



UNIVERSIDAD DEL ACONCAGUA  
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y ADMINISTRATIVAS  
LICENCIATURA EN TELECOMUNICACIONES

SIMULACIÓN Y TELEFONIA CELULAR APLICADA A LA TOMA DE DECISIONES EN LA  
COBERTURA MÉDICA.

Tesina para optar al grado de Licenciatura en Telecomunicaciones.

DEBERNARDI CECILIA BEATRIZ.

Tutor: Mag. Lic. Alejandro Vazquez.

2015

## **CALIFICACIÓN**

## ÍNDICE

Resumen Técnico .....	6
Introducción.....	7
1 - Descripción de la tesina .....	8
1.1 - Planteo de la problemática .....	8
1.2 – Formulación de Hipótesis .....	8
1.3 - Objetivo Principal .....	8
1.4 - Objetivos Específicos .....	9
1.5 - Alcances y Limitaciones .....	9
1.6 - Justificación .....	9
1.7 - Metodología aplicada.....	11
2 - Marco teórico y Antecedentes.....	13
2.1- Diagnóstico del Tema o Implementación en la Actualidad .....	13
2.2 - Aplicaciones y Usos generales de Simulación .....	13
2.2.1 - ¿Cuándo es adecuado usar la simulación? .....	14
2.3 - Software de Simulación .....	15
2.3.1 - Metodología para la generación, evaluación y selección de alternativa.....	16
2.3.2 - Vensim.....	18
2.3.2.1 – Vensim, un poco de Historia .....	19
2.3.2.2 - Tabla Comparativa de VENSIM Configuraciones .....	21
2.3.2.3 - Vensim PLE (Personal Learning Edition).....	23
2.4 – Exportación de reportes de la simulación en Vensim .....	23
2.5 – Telefonía celular.....	24
2.5.1 - Un poco de historia de Dispositivos Móviles .....	24
2.5.2 - Principal Característica y Servicios de Dispositivo Móvil .....	25
2.5.3 - Internet Móvil .....	27
2.5.3.1 – Primera generación de telefonía móvil .....	27
2.5.3.2 – Segunda generación 2G o GSM (Global System for Mobile communications - Sistema Global para las Comunicaciones Móviles).....	29
2.5.3.3 – Tercer Generación - 3G o UMTS (U) HSPA.....	30
2.5.3.4 – Cuarta Generación - 4G o LTE.....	32
2.5.3.5 – Wireless (802.11 o WiFi).....	33

2.5.3.5.1 – Estándares 802.11 .....	33
2.5.4 - Sistemas Operativos Móviles .....	36
2.5.4.1 – Android .....	38
2.5.4.2 – iOS .....	38
2.5.4.3 - Windows Phone .....	39
2.5.4.4 –BlackBerry 6 .....	39
2.5.4.5 –Symbian .....	40
2.5.4.6 –Firefox O.S. ....	40
2.5.4.7 –Ubuntu Touch .....	40
2.6- Transmisión de datos a Telefonía Celular .....	41
2.7 - Antecedentes .....	45
2.7.1 - Usos de Simulación en Toma de decisiones .....	45
3 - Desarrollo .....	57
3.1 - Estudio de Factores, Valores Iniciales y Rangos de Validez.....	57
3.1.1 - Relación entre factores .....	68
3.2 - Diagrama Causal.....	68
3.2.1 - Lazos y su comportamiento .....	70
3.3 - Diagrama de Flujo .....	73
3.4 - Análisis Estructural.....	75
3.4.1 - Diagrama de Árboles Causales .....	75
3.4.2- Diagrama de Árboles de Uso .....	79
3.4.3 - Reporte de código generado por Vensim.....	82
3.5 - Análisis de escenarios posibles .....	89
3.5.1 - Interrogantes, Resultados y Análisis .....	89
4 - Conclusiones y Resultados.....	96
Bibliografía.....	97
Tabla de ilustraciones .....	99
Anexo .....	101
Sistema de Salud .....	101
¿Qué es un Sistema de Salud? .....	101
Actores del Sistema de Salud .....	102
Función del Sistema de Salud .....	103

## **Resumen Técnico**

Este trabajo de tesina trata la implementación de un modelo de simulación, en donde sus reportes se envían a telefonía celular.

La simulación se desarrolla bajo el software Vensim, en su versión Vensim PLE (Personal Learning Edition), la cual es libre y gratuita para uso educativo. Esta permite analizar la cobertura médica en la provincia de Mendoza, con el fin de constituirse en un soporte para los decisores sanitarios.

La exportación se realiza en forma teórica, exponiendo diversos tipos de redes, estándares y sistemas operativos, empleados en telefonía móvil, para luego definir una propuesta.

## **Introducción**

El siguiente trabajo desarrolla la implementación de un modelo de simulación realizada mediante el software Vensim, definiendo la exportación de sus reportes y envió a telefonía celular.

Se analizan variables y recursos, definiendo la estructura del sistema con sus interrelaciones necesarias para representar la cobertura de salud en la población de la provincia de Mendoza, a través de largos periodos de tiempo, con el propósito de entender y evaluar su comportamiento.

En este, se realiza un estudio de los diversos tipos de redes y estándares de telefonía móvil, como también de sus sistemas operativos, para luego generar la propuesta que facilite la recepción de los reportes en los dispositivos móviles.

“ [...] Los argentinos utilizan cada vez más el teléfono móvil para conectarse a Internet en lugar de la computadora, y la previsión es que esta modalidad pase a ocupar el primer lugar en la forma de conectividad más tardar en el año 2017, según un relevamiento de la consultora Carrier y Asociados [...]” Fuente: <http://www.lanacion.com.ar/1791871-el-acceso-movil-a-internet-desde-los-smartphones-gana-terreno-entre-los-usuarios-argentinos> Fecha: Mayo, 2015

El producto obtenido busca convertirse en una herramienta que permita sustentar la toma de decisiones, de forma eficiente en la asignación de recursos, planificaciones y diseño de intervenciones, como en futuras investigaciones.

## **1 - Descripción de la tesina**

### **1.1 - Planteo de la problemática**

La problemática que se busca resolver mediante este trabajo, surge de la necesidad de contar con una herramienta que permita eficientizar la asignación de recursos, ya que en la actualidad no se disponen de datos históricos, ni lineamientos para el abordaje a la población sobre la cobertura médica poblacional.

Es aquí donde se plantea el diseño de un modelo de simulación, con la información disponible (histórica y actual) en donde se representen procesos y recursos, que junto al tiempo, converjan en un gran número de escenarios y resultados, imposibles de abarcar y valorizar sin la ayuda de esta herramienta.

Esta carencia de información, se acompaña del requerimiento de ser accesible en tiempo y forma para los decisores sanitarios, debido a que estos se encuentran geográficamente alejados y sin acceso permanente a un equipo informático. Es por esto que se debe analizar la conectividad, información a transmitir, hardware y software de telefonía celular, con el fin de evaluar la viabilidad de disponer los reportes generados por el modelo, mediante dispositivos móviles.

### **1.2 – Formulación de Hipótesis**

Desarrollar un modelo de simulación, cuyos reportes generados se recepcionen mediante telefonía celular, con el fin de servir de apoyo a los decisores sanitarios de la Provincia de Mendoza.

### **1.3 - Objetivo Principal**

Generar una herramienta basada en la simulación, cuyos reportes brinden información efectiva, amigable y accesible mediante telefonía celular.



### **1.4 - Objetivos Específicos**

- Desarrollar un diagrama causal, a fin de determinar la estructura y comportamiento global del modelo a desarrollar.
- Desarrollar e Implementar un diagrama de flujo en Simulación, analizando la cobertura poblacional en salud pública y recursos disponibles por parte del ministerio de salud.
- Definir servicios, redes y software en telefonía celular, para el envío de reportes.

### **1.5 - Alcances y Limitaciones**

En este trabajo se realiza el desarrollo e implementación de un modelo de simulación, en el cual se representa a usuarios de todos los grupos etarios, sin cobertura de salud, que asistan o no, al Sistema de Salud<sup>1</sup> público de la provincia de Mendoza. Como también al recurso humano del ministerio de salud, que realiza actividades de Capacitación y Auditoria en establecimientos de salud.

Se realiza la descripción teórico-conceptual, no la implementación, de exportación de reportes y su envío a telefonía celular, por no disponer de la versión de software apropiado, el cual es pago; ni dispositivo telefónico con la tecnología necesaria.

No se incluirá en el modelo a los usuarios de Establecimientos de Salud de niveles superiores a la atención primaria (Hospitales de gestiones públicas y/o privadas), ni a los que posean algún tipo de cobertura de salud explícita (Obra Sociales, etc.). Tampoco se realizara análisis financiero y económico.

### **1.6 - Justificación**

Los decisores sanitarios han comenzado a necesitar cada vez más información confiable y detallada, que les permita tomar decisiones transparentes y legítimas a la hora de fijar prioridades y realizar intervenciones sanitarias eficientes con presupuestos limitados.

Por lo que resulta de vital importancia el desarrollo de un modelo de simulación ajustado a la realidad y necesidad provincial, promoviendo el uso de tecnologías como soporte a las toma de

---

<sup>1</sup> Ver Anexo Sistema de Salud

decisiones. Sumando la posibilidad de recibir los reportes generados mediante telefonía celular, debido a su inmensa penetración de la tecnología en la vida diaria, principalmente de estos dispositivos.

Existe una tendencia explosiva en el crecimiento de los servicios móviles, y la diversidad de sus aplicaciones como sus funciones derivadas, impulsan este aumento exponencial en cuanto a su utilización.

En la provincia de Mendoza, la CNC (Comisión Nacional de Comunicaciones), en su Informe “Estadísticas e Indicadores de Telecomunicaciones Argentina Serie 2008 – 2012” con información del INDEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos) publica:

Las líneas móviles se encuentran en constante crecimiento, en la provincia de Mendoza por cada 100 habitantes en el año 2008, 114,93 poseían una línea móvil, en el año 2012, 155,50 poseían una línea móvil. Se observa un incremento en la cantidad total de Líneas Móviles en un orden del 135,30%, llegando a tener en el 2012 un total de 2.796.584 Líneas Móviles.

Las cuentas de Internet también crecen y en un orden mayor, por cada 100 habitantes en el año 2008, 5,25 habitantes poseían una cuenta de internet móvil, en el 2012, 20,09 poseían una cuenta de internet móvil. El un incremento en la cantidad total de cuentas de Internet es del 382,67%, en el período 2008-2012. Se llega a la suma total de 361.211 cuentas de Internet en el año 2012.

La información se resume en la siguiente tabla:

		<b>Líneas Móviles</b>	<b>Cuentas de Internet</b>
<b>Por cada 100 habitantes</b>	2008	114,93	5,25
	2012	155,50	20,09
<b>Total en el año 2012</b>		2.796.584	361.211

Esta tendencia muestra una acelerada expansión principalmente en las cuentas de internet, influido fundamentalmente por la banda ancha móvil, que se ha convertido en el medio de acceso predominante, en virtud de la asequibilidad de los dispositivos de acceso, así como la mayor cobertura de las redes móviles.

De las 361.211 cuentas de Internet en el año 2012, según su tipo de de conexión, el 61,58% son de Banda Ancha inalámbrica, un 38,31% de alámbrica y sólo un 0,11% de Dial-up (o Banda Angosta). En el siguiente cuadro se observa un detalle de los mismos.

### Total Cuentas de Internet por tecnología

<b>Tipos de Conexión</b>	<b>2008</b>	<b>2012</b>
<b>Alámbrico</b>	78.327	138.394
<b>Dial-up</b>	5.704	391
<b>Inalámbrico</b>	6.817	222.426
<b>Total</b>	90.848	361.211

Se observa la magnitud del aumento de la banda ancha inalámbrica, un importante incremento de la banda ancha alámbrica y la desaparición del Dial-Up.

<b>AÑO</b>	<b>ABONOS BANDA ANCHA ALAMBRICOS</b>				<b>DIAL UP</b>	<b>BANDA ANCHA INALAMBRICA</b>				
	<b>DSL*</b>	<b>CABLE MODEM</b>	<b>FIBRA OPTICA</b>	<b>Total</b>		<b>SATELITAL</b>	<b>B.A. MOVIL</b>	<b>WI-FI</b>	<b>Otros</b>	<b>Total</b>
<b>2008</b>	74.445	3.882	0	78.327	5.704	31	6.407	12	367	6.817
<b>2012</b>	135.962	0	2.432	138.394	391	38	222.231	0	157	222.426

En la banda ancha inalámbrica, se ve que particularmente el incremento se enfoca en la banda ancha móvil, servicio que brindan las compañías de telefonía móvil, que pasa de 6.407 cuentas al inicio del período (2008) a un total de 222.231 cuentas al final (2012).

## 1.7 - Metodología aplicada

Durante el desempeño profesional del autor de este trabajo de tesina, en el Área de capacitación del Programa SUMAR<sup>2</sup> del Ministerio de Salud de la provincia de Mendoza, se identifica la oportunidad de realizar un modelo de simulación para analizar la gestión en la cobertura de la población sin obra social y planificar futuras acciones.

En la etapa de relevamiento de la situación actual, se realiza el diagnóstico que permite el desarrollo del presente proyecto, a partir del análisis de los reportes mensuales y anuales que realiza el Programa SUMAR al Ministerio de Salud Provincial y Nacional, junto a los datos del Censo 2010 de la Argentina e información publicada por el Programa Remediar, Programa Nacional de

---

<sup>2</sup> Programa SUMAR es la ampliación del Plan NACER. Busca profundizar el ejercicio de los derechos de la salud, mejorando el acceso a los servicios de salud y la calidad de la atención de la población sin Obra Social.

Prevención de Cáncer Cervico-Uterino y FESP (Fundaciones Esenciales y Programas de Salud Pública).

Se elabora un relevamiento de los recursos humanos disponibles para la tarea de capacitación y auditorias, junto a sus cronogramas de actividades. Para dicho relevamiento se solicita la colaboración del responsable del área de capacitación del Programa Sumar, con el fin de acceder a los responsables de las Áreas de Capacitación y Cobertura Prestacional del Ministerio de Salud.

En el diseño del modelo de simulación se analiza el software a utilizar y se elige Vensim, siendo este el utilizado durante el cursado de la materia académica Simulación, logrando el dominio de la herramienta lo que agiliza su ejecución.

Se realiza el desarrollo el diagrama causal representando la estructura del sistema, seguido del diagrama de flujo expresando sus interrelaciones en el software de Simulación Vensim

Finalmente se realiza un estudio de las tecnologías de acceso a internet y sistemas operativos vinculados a telefonía celular, para el envío de reportes generados por el software de simulación a telefonía celular.

## **2 - Marco teórico y Antecedentes**

### **2.1- Diagnóstico del Tema o Implementación en la Actualidad.**

Simulación, es una herramienta de investigación interdisciplinaria, que imita el funcionamiento de un sistema del mundo real, cuando evoluciona en el tiempo. Permite conocer y analizar el comportamiento de un sistema real o propuesto, para decidir cursos de acción, modificarlo, aceptarlo o rechazarlo.

“[...] Vistas las innegables ventajas de la aplicación de los modelos de simulación en la planificación y gestión estratégica, nuestro propósito es continuar en esta línea de investigación: concretamente en la aplicación de modelos de simulación a empresas del sector de servicios sociales, y más específicamente en hospitales. Este es un sector cuyas características (gran dinamismo, tiempos de colas que se han de resolver óptimamente, procesos de reingeniería en constante uso) hacen que consideremos que la implementación de la técnica de simulación mediante modelización de sus procesos más estratégicos constituya un campo de gran interés [...]” Fuente: Los Modelos de Simulación: Una herramienta multidisciplinar de investigación. Carmen Fullana Belda (Doctora en Ciencias Económicas y Empresariales) y Elena Urquía Grande (Doctora en Administración de Empresas). (Enero, 2009).

### **2.2 - Aplicaciones y Usos generales de Simulación**

Existe una amplia variedad de aplicaciones para la simulación, debido a las diferentes ventajas que ésta ofrece sobre otras herramientas utilizadas. Algunas de ellas son: reducción de costos, programación computacional, modelación de un sistema, experimentación de prueba y error en la industria, capacitación del personal en aviación, finanzas, mercadotecnia, recursos humano,

etc. Así también, es empleada en sistemas tales como: biológicos, salud, negocios, producción, transportación, sociales, urbanos, etc.

Con el transcurso del tiempo, el uso de esta como herramienta de trabajo se ha incrementado. Algunos de los factores que lo han propiciado son:

- El constante desarrollo de lenguajes y simuladores computacionales.
- La flexibilidad del modelaje vía simulación.

La simulación es una herramienta versátil usada de diferentes maneras, incluyendo:

- Diseño de sistemas
- Administración de sistemas
- Entrenamiento y capacitación
- Comunicación
- Relaciones públicas

Esto la hace, la técnica más utilizada dentro de la Administración Científica, Investigación de Operaciones e Ingeniería Industrial por excelencia.

### **2.2.1 - ¿Cuándo es adecuado usar la simulación?**

Paul Fishwick ("Simulation Model Design and Execution: Building Digital Worlds." Prentice-Hall. Estados Unidos, 1995) señala que la simulación es recomendable cuando:

- (1) El modelo que representa al sistema bajo estudio es muy complejo, posee muchas variables y componentes que interactúan.
- (2) La relación entre variables es no lineal.
- (3) El modelo contiene variables aleatorias.
- (4) Se requiere una visión animada de los resultados arrojados por el modelo.

Los procesos de simulación ayudan a las organizaciones a predecir, comparar y optimizar resultados de un proceso, sin el coste y riesgos que suponen. Su importancia radica en su utilidad para plantear una estrategia desde el punto de vista experimental, para generar observaciones en las variables clave y realizar análisis estadístico de los datos resultantes.

### **Razones para utilizar la teoría de la simulación como herramienta de apoyo**

- La simulación anticipa cómo un sistema puede responder a los cambios, esto permite analizar si la infraestructura existente, puede manejar la nueva situación planteada.

- La simulación permite un análisis de las variaciones del sistema desde una perspectiva más amplia: Los métodos convencionales de análisis, como los modelos estadísticos matemáticos, no pueden dirigir eficientemente las variaciones ya que los cálculos se derivan de valores constantes. Mediante un sistema que incorpora interdependencia, la simulación tiene en cuenta las variaciones, así como la interacción entre los componentes y el tiempo.
- La simulación promueve soluciones totales, ya que permite modelar sistemas completos.
- La simulación procura un enfoque cuantitativo para medir la actividad, los puntos fuertes y débiles asociados al diseño de un nuevo producto o servicio, también permite un mayor análisis sobre parámetros.
- Permite a las organizaciones estudiar y reducir las oscilaciones de los procesos, definiendo las actividades de mayor impacto en la variación total de cada proceso.
- Permite evaluar posibles cambios en la organización. La modelización de recursos y jerarquía de procesos permite la visualización y evaluación de las posibles alternativas antes de tomar decisiones arriesgadas sobre cambios en la organización.

### **2.3 - Software de Simulación**

Para realizar una simulación, se puede utilizar desde una hoja de cálculo, hasta un software específico de simulación.

Siendo la hoja de cálculo una opción interesante por su familiaridad con la herramienta, la complejidad del sistema real a modelar, imposibilita su utilización.

El uso de un software genérico suele ser una alternativa viable para grandes compañías, con grupos de investigación internos y que suelen estar empalmados al resto del sistema de información de la empresa.

La opción del software específico toma fuerza en la actualidad, ya que dispone de mejores prestaciones informáticas, haciéndolo más eficiente. Esta opción, permite el análisis de sistemas más complejos en tiempos razonables, con estudios de comportamientos aleatorios y de lógica en la representación matemática. También reduce los tiempos de desarrollo, durante la etapa de modelización y facilita la etapa de ejecución y experimentación.

En la Modelización se crea la representación física del sistema<sup>3</sup>, mediante objetos generales y sus características; luego se especifica el flujo de entidades mediante reglas de interconexión de objetos. Por último se definen gráficos de resultados, que resumen el comportamiento del sistema.

---

<sup>3</sup> La representación se puede llevar al nivel de detalle deseado, incluyendo la lógica más compleja.

En la Ejecución existen tres opciones: Ejecución paso a paso (Controla y edita el modelo durante su ejecución), Ejecución visual (Realiza una ejecución como si se tratara del sistema real, útil para establecer credibilidad en el modelo) y Ejecución no visual (Realiza ejecuciones a futuro, velozmente y sacando estadísticas útiles, en la fase de experimentación y análisis).

La simulación computarizada se utiliza por primera vez, en la industria de Defensa en los años 50. Los primeros modelos de simulación son contruidos utilizando lenguajes de programación tales como FORTRAN y Run On Mainframes. En los años 80, otro gran desarrollo de la simulación, es la explosión de los usuarios de ordenadores personales, que lleva a la empresa Microsoft al entorno operativo. Instrumentos de simulación como Writness, Pro-model, Arena y Ithink, muestran con los menú-driver: interfaces, modelos visuales interactivos y posibilidades de animación impresa. Estos desarrollos, afectan significativamente la extensión del uso de los lenguajes de simulación. Existe una relación natural entre los modelos orientado objeto y la simulación. Los lenguajes de simulación tales como Modsim y Simple ++ representan otro hito en la simulación, aprovechando la tecnología del objeto y permitiendo bibliotecas de "objeto reutilizable". Esto favorece el desarrollo de soluciones en el campo específico de la simulación, haciéndola útil para un mayor número de usuarios finales.

Independientemente de los diferentes desarrollos del pasado y del presente, es evidente que la simulación siempre resulta un poderoso instrumento. Han surgido muchos tipos de lenguajes de programación para diseñar software de simulación, de fácil dominio para los usuarios. Antes, la aleatoriedad de los coeficientes en los modelos de simulación hacia su resolución inviable, actualmente con el apoyo de la Informática, la resolución de estos modelos resulta muy sencilla. Los paquetes de software y lenguajes de programación han proliferado. Por último cabe señalar que, en general, las características que tiene que tener un software de simulación son de funcionalidad, utilidad, bajo coste y buena calidad de mantenimiento del proveedor.

### **2.3.1 - Metodología para la generación, evaluación y selección de alternativa**

Es tan importante la representación de la situación real mediante un modelo matemático, como elegir una alternativa para su implementación.

El primer paso al seleccionar un software, es identificar a los usuarios y analizar las características que ofrece el paquete, por ejemplo: la forma en que construye los modelos de simulación, los gráficos de animación, los costos de operación, etc.

Una de las características más importantes, es el costo del software. Se debe justificar que se ha adquirido el paquete óptimo a nuestras necesidades, es decir, si considera la variedad y "especialización" de todas las características que se desean en un software de simulación.



A continuación se enlistan algunas características deseables en un paquete de simulación: (WILLIAMS, Edwards J. "Selection of a Simulation-Service Vendor". Industrial Engineering. November, 1993).

- **Construcción del modelo.** Se analiza la facilidad que provee el software para construir los modelos. Tradicionalmente, los modelos de simulación han sido contruidos utilizando lenguajes de simulación, permitiéndose así modelar una gran variedad de sistemas, sin embargo, requiere mucha experiencia por parte del modelador. Es por esto, que últimamente se producen modelos de simulación para problemas específicos, conocidos como de "propósito especial", con los cuales se puede analizar una clase particular de problema con relativa facilidad, aún cuando se limite en gran medida al modelo.

- **Estadística.** Debido a que los sistemas a modelar manifiestan un comportamiento del tipo aleatorio, un paquete computacional de simulación, debe tener acceso a las referencias estadísticas. Al seleccionar un software, éste debe contar con un eficiente generador de números aleatorios y contener una amplia variedad de distribuciones estándar, así como también, la capacidad de usar distribuciones empíricas.

- **Animación gráfica.** La utilización de gráficas animadas, permite desplegar el movimiento de las entidades, algunos paquetes despliegan en dos dimensiones y otros en tercera dimensión, permitiendo al usuario que vea el funcionamiento del sistema simulado en perspectivas diferentes. La simulación se puede desplegar, ya sea mediante iconos que se parezcan a la entidad real, o simplemente "caracteres" simulando el movimiento. La ventaja de los íconos sobre los caracteres, depende sólo del tipo de audiencia a la que se presentará el proyecto, algunos prefieren ver algo más fiel a la situación física de la realidad, mientras que otros se fijan más en las estadísticas.

- **Runtime interactions.** Se refiere a los momentos en que se realiza la simulación y se despliega la animación; en un principio dichos pasos se ejecutan consecutivamente o en forma secuencial; sin embargo, actualmente se busca que sean concurrentes, de tal modo que el usuario pueda detener la simulación en el momento que desee, mientras se desarrolla la animación.

- **Costo de operaciones.** Analizar y comparar los precios del software de simulación, que oscilan desde gratuitos hasta miles de dólares y su mantenimiento anual, el cual ronda entre el 10 y 20% de la inversión. Además, es necesario considerar el gasto del hardware, es decir, la computadora en que la simulación corre y cualquier unidad especializada de despliegue visual (VDU); sin embargo, sólo son algunos paquetes los que ocupan equipos especiales. La principal razón del uso de simulaciones animadas, es que permite una mejor comunicación entre los modeladores, administradores y operadores del sistema bajo estudio. Ya que cuando se observa el movimiento de las entidades por el sistema simulado, permite tener una base para juzgar si se ha logrado o no capturar la realidad y poder así, sugerir modificaciones.

En el caso particular de los lenguajes de simulación, principalmente se busca:

- (1) Facilitar la construcción y formulación de modelos.
- (2) Facilitar el aprendizaje y uso.
- (3) Brindar procedimientos de rastreo y diagnóstico de errores.
- (4) Ser utilizados para una amplia variedad de problemas.

La estructura y orientación de modelado de los lenguajes de simulación, puede tomar los siguientes enfoques:

- Enfoque de modelado basado en actividades: Bajo este enfoque, un segmento del programa es empleado para definir cada actividad en la cual las entidades se ven involucradas. Dicho segmento incluye una serie de pruebas para determinar, si la actividad ha sido iniciada en un punto del tiempo y define las acciones a ejecutar si la actividad es iniciada. Este enfoque es muy popular en Inglaterra. Algunos lenguajes bajo este enfoque son: ECSL/CAPS (Extended Control and Simulation Language/Computer Aided Programming System), HOCUS, OPTIK, GENETIK.
- Enfoque de modelado basado en eventos: Los eventos son los instantes de tiempo en los cuales un cambio en el sistema ocurre y coincide con el inicio o terminación de las actividades. Bajo este enfoque, segmentos del programa son empleados para definir cada evento en el modelo. Después de inicializado el modelo, las rutinas de ejecución revisan los tiempos de ocurrencia de los eventos, y avanzan el reloj de la simulación hacia el tiempo en el cual ocurrirá el próximo evento. Debe existir una subrutina para cada tipo de evento. La mayoría de los lenguajes escritos en FORTRAN emplean este enfoque. Algunos lenguajes de simulación típicos con este enfoque son: GASP, SLAM II, SIMAN, SIMSCRIPT II.5, SIMON (Simulation Language in Algol) y SIMNET II.
- Enfoque de modelado basado en procesos: Las entidades se clasifican en transacciones o clientes, servidores o recursos (entidades permanentes y entidades temporales). En este enfoque, existen segmentos del programa que son empleados para describir los procesos en los cuales se ven involucradas las entidades. Entre los lenguajes que emplean este enfoque se pueden señalar: GPSS, SIMULA, SIMAN; SIMNET II y SLAM II.

### **2.3.2 - Vensim**

En consideración a lo expuesto anteriormente y siendo la herramienta de dominio en la materia académica Simulación, se elige el software Vensim para representar el modelo, el mismo es

una herramienta visual de modelización que permite conceptualizar, documentar, simular, analizar y optimizar modelos de dinámica de sistemas. Provee una forma simple y flexible de construir modelos de simulación, sean lazos causales o diagramas de stock y flujo.

Mediante la conexión de palabras con flechas, las relaciones entre las variables del sistema son ingresadas y registradas como conexiones causales. Esta información es usada por el Editor de Ecuaciones para ayudar a completar el modelo de simulación.

Vensim es un software industrial de simulación que permite mejorar el desempeño de los sistemas reales. Enfatiza la calidad del modelo, las conexiones a los datos, la distribución flexible y algoritmos avanzados. Proporciona una amplia variedad de configuraciones que abarca desde estudiantes, hasta profesionales. <http://vensim.com/>

### **2.3.2.1 – Vensim, un poco de Historia**

Ventana Systems, Inc., de Harvard, Massachusetts se forma en 1985, siendo el desarrollo de modelos de simulación a gran escala, que integra elementos de negocios y técnicas para resolver problemas complejos de gestión.

Ventana Systems crea su propio lenguaje de simulación llamado Vensim. Este se desarrolla originalmente como una extensión de Pascal para desarrollar modelos, los mismos son traducidos a un programa Pascal para su ejecución. Acompañando a esta traducción, una base de datos de la estructura del modelo se desarrolla para ser procesado por un programa externo, escrito en Lisp. El sistema resultante corre bajo el sistema operativo VMS de Digital Equipment Corporation.

A partir de 1988, el idioma Vensim y el sistema de apoyo, se exportan al lenguaje C y el entorno gráfico X-Window. Luego, un prototipo del sistema también portado a ejecutar bajo la versión 2 de Microsoft Windows. Cuando la versión 3.0 de Windows se lanza, Ventana decide hacer el software a disposición del público. En 1991, Vensim versión 1.50 se lanza, realizando un comunicado técnico, destinado principalmente a los modeladores expertos, con experiencia en el desarrollo y uso de modelos de simulación dinámica.

Versión 1.60 de Vensim surge en 1993, esta versión añade una guía de usuario para la documentación y se diseña para hacer más fácil su uso. Posee diferentes configuraciones-Standard, Professional y DSS, para satisfacer las necesidades de los diferentes usuarios. Versión 1.61 se lanza en 1994, incluye una serie de cambios propuesto por la comunidad de usuarios y ampliaciones sustanciales a la funcionalidad general. La configuración de la versión 1.61 DSS se dispone como una aplicación nativa de 32 bits de Windows NT (y Win32s).

Vensim 1.62 se origina en 1995, es la primera versión para el sistema operativo Macintosh, e incluye revisiones significativas de la documentación, y un lector modelo, que puede ser distribuido

libremente, que permite examinar y simular modelo sin poseer el software. En 1996 una configuración llama Vensim Personal Learning Edition (PLE) se pone a disposición de forma gratuita para los usuarios de la educación y de las personas que participan en el aprendizaje personal de la dinámica de sistemas (no comercial).

Vensim 3.0 se lanza en septiembre de 1997, esta incluye una reescritura importante de la interfaz de usuario y una reescritura casi completa de la documentación. Todas las configuraciones son liberadas para Windows 95 / NT, Windows 3.1, Macintosh y Power Macintosh. Esta versión incluye la Vensim Modelo Reader y una DLL Vensim que se puede vincular con otros lenguajes de programación, incluyendo C, C ++, Visual Basic, Delphi, y otros.

Vensim 4 se crea en noviembre de 1999, actualizando la interfaz de usuario, incluidos los nuevos objetos de dibujo, como los controles de entrada / salida para mini-aplicaciones, cuenta con las conexiones de datos a hojas de cálculo, mejora el idioma, subíndices y mecánica, y finalmente trae al editor Venapp gráfica. Una nueva configuración llamada Vensim PLE Plus, proporciona software de simulación con poderosas capacidades.

VENSIM 4.1 y 4.2 son puestos en libertad en 2000. Estos añaden un número significativo de nuevas funciones para VENSIM.

Vensim 5 se lanza en febrero de 2002, es la primera versión en tener SyntheSim, la capacidad de simular modelos lo suficientemente rápido para ver todos los resultados al instante. Esta capacidad, claramente depende de la velocidad de las computadoras modernas para trabajar con eficacia. También proporciona acceso a todas las actualizaciones de forma electrónica, a través del sitio web. Versión 5.1, con soporte de base de datos ODBC se lanza en enero de 2003. Vensim 5.2, con la nueva herramienta de edición Modo de referencia, se libera en agosto de 2003. Vensim 5.2a en octubre de 2003, se mejora el comportamiento Modo de referencia y sustancialmente el rendimiento de las conexiones ODBC.

Vensim 5.3 se lanza en enero de 2004, añade capacidades mejoradas de navegación, que le permiten hacer referencia a páginas web y otros archivos dentro de los modelos, como así también, cargar diferentes modelos y crear elementos de boceto para ejecutar modelos. La funcionalidad de copiar y pegar se hace más flexible, y marca un cambio en PLE, que permite la creación de múltiples puntos de vista. En la versión 5.3a liberada en abril de 2004, se añade la capacidad de las variables globales de cambio de nombre, con la actualización de partes de un dibujo más fácil.

Con el lanzamiento de la versión 5.4 en julio de 2004, Vensim PLE gana funcionalidad de significativa importancia para el aprendizaje y el uso en el aula, soporte para objetos de entrada / salida y la creación de paneles de control con Vensim PLE.

Vensim 5.5 se lanza en septiembre de 2005, desarrolla la publicación de un único paquete de modelo que se puede enviar a otras personas, el cual incluye modelos y archivos de soporte.

Vensim 5.6 se crea en septiembre de 2006, es compatible con Unicode, lo que hace mucho más fácil, trabajar con modelos en diferentes idiomas.

Vensim 5.7 se publica en julio de 2007, añade constantes inmutables, la función VECTOR SELECT y una reescritura del optimizador para mejorar el rendimiento y capacidad de control.

Vensim 5.8 se publica en agosto de 2008, incluye soporte para múltiples hilos, para mejorar el rendimiento y proporciona opciones de interfaz japonés y chino (simplificado).

Vensim 5.9 se lanza en abril de 2009, añade fecha y hora, marcas para gráficos y tablas para mejorar la presentación.

Vensim es, y seguirá siendo, un producto en constante evolución, que actualiza periódicamente la ingeniería con la funcionalidad y corrección de errores adicionales. Comprometidos en mantener y disponer gratuitamente la versión Vensim PLE para su uso educativo.

### 2.3.2.2 - Tabla Comparativa de VENSIM Configuraciones

<b>Característica</b>	<b>PLE</b>	<b>PLE Plus</b>	<b>Pro</b>	<b>DSS</b>	<b>Leer</b>
SyntheSim	X	X	X	X	X
Posibilidad de cortar los vínculos de retroalimentación sobre la marcha en el modo SyntheSim	X	X	X	X	
Editor Sketch con Undo / Redo	X	X	X	X	
Causales Diagramas de Lazo	X	X	X	X	X
Stock y Diagramas de Flujo	X	X	X	X	X
Diagramas de árbol	X	X	X	X	X
Herramienta de documentos	X	X	X	X	X
Loop de identificación	X	X	X	X	X
Editor de ecuaciones	X	X	X	X	
Funciones Integradas	X	X	X	X	
Unidades de Registro	X	X	X	X	
Causal Tracing®	X	X	X	X	X
Realidad Check®	X	X	X	X	X
Simulación	X	X	X	X	X
Gráficos	X	X	X	X	X
Salida tabular (Tablas)	X	X	X	X	X
Comparación Run (entre dos simulaciones)	X	X	X	X	X

Ayuda en línea	X	X	X	X	
Vistas múltiples (páginas o sectores de un modelo)	X	X	X	X	X
Entrada y salida de Sketch Objetos	X	X	X	X	X
Juegos		X	X	X	X
Sensibilidad Simulaciones (Monte Carlo)		X	X	X	X
External Data Import / Export (hoja de cálculo, etc.)		X	X	X	X
Conexiones de datos en directo		X	X	X	X
Funciones de eventos discretos			X	X	X
Editables Sketch juegos de herramientas			X	X	
Ocultar Sketch Elementos		X	X	X	X
Control de Simulación de diálogo			X	X	
Parcial Modelo de Simulación			X	X	
Herramientas configurables por el usuario			X	X	
Histogramas			X	X	X
Protección de contraseña			X	X	X
Modelo de calibración (optimización)			X	X	X
Política Optimización			X	X	X
Filtrado de Kalman			X	X	
Los subíndices (Arrays) - hasta 8 dimensiones			X	X	X
Gráficos de barras			X	X	X
Diagramas de Gantt			X	X	X
Resumen de estadísticas			X	X	X
Editor de texto			X	X	
Macros definidas por el usuario			X	X	X
Capacidades ODBC				X	X
Aplicaciones Envasadas (Venapps, simuladores de vuelo)				X	X
Gráfica Venapp Constructor				X	
Intercambio dinámico de datos				X	
Funciones Externas				X	X
Modelos Compilado (lenguaje C)				X	X
Configuración DLL				X	X
Característica	PLE	PLE Plus	Pro	DSS	Leer

*Ilustración 1 Tabla Comparativa de VENSIM Configuraciones.*

*Fuente: <http://vensim.com/comparison/> Fecha: Mayo de 2015*

### 2.3.2.3 - Vensim PLE (Personal Learning Edition)

La versión Vensim PLE (Personal Learning Edition), es la que se utiliza para este trabajo de tesina. Esta versión posee las siguientes características: Es libre y gratuita para uso educativo; de bajo costo para uso comercial; es un producto shareware<sup>4</sup> para uso comercial o gubernamental; tiene menús y diálogos simplificados; contiene menos valores de las opciones; tiene un sistema de herramienta fija; contiene menos herramientas de creación de modelos; posee menos funciones.

El resultado, es un paquete de fácil uso, que hace divertido los inicios de exploración en modelado de dinámica de sistema.

## 2.4 – Exportación de reportes de la simulación en Vensim

Vensim PLE no presta el servicio de exportación de datos, para esto, se requiere versiones superiores como Vensim PLE PLUS las cuales son pagas. A continuación, se referencia solamente los requerimientos necesarios para su implementación y se describe el procedimiento a realizar para la exportación. Esta información es aportada gentilmente por el foro oficial del software:

*“[...] Los resultados obtenidos de la simulación se pueden exportar, ya que se generan en formato texto (datos) y las gráficas en formato IMG. Es posible “pegar” los datos directamente en Excel o archivos de texto y las imágenes en Word, Power Point, etc. en la misma computadora en donde se ejecuta el software de simulación, Vensim [...]”*

*“[...] La exportación de datos se hace de forma manual, visualizándolos en formato tabla (horizontal o vertical), y luego haciendo click en el icono que los pasa al portapapeles, de ahí los puedes pegar en un fichero Excel o formato texto (datos) [...]”*

<http://www.ventanasystems.co.uk/forum/viewtopic.php?f=2&t=5899&p=20783&hilit=exportar#p20783>

---

<sup>4</sup> Modalidad de distribución de software, en la que el usuario puede evaluar de forma gratuita el producto, pero con limitaciones en el tiempo de uso o en algunas de las formas de uso o con restricciones en las capacidades finales.

## **2.5 – Telefonía celular**

Dispositivo móvil es un aparato de pequeño tamaño, peso e inalámbrico, con capacidad de procesamiento, conexión permanente o intermitente a una red y memoria limitada, convirtiéndose en una herramienta de trabajo y entretenimiento que provee características especiales a los usuarios, con el cual pueden realizar tareas específicas con mayor comodidad, efectividad y eficiencia.

El dispositivo móvil se usa para tener acceso y utilizar los servicios de la red de telefonía móvil. También llamado teléfono celular debido a que el servicio funciona mediante una red de celdas<sup>5</sup>, donde cada antena repetidora de señal es una célula.

La telefonía móvil básicamente está formada por dos grandes partes: una red de comunicaciones y los terminales que permiten el acceso a dicha red.

### **2.5.1 - Un poco de historia de Dispositivos Móviles**

La primera red celular se crea en el año 1977 y comienza a funcionar en 1978, en Chicago. En un año contaba con un aproximado de 1.300 clientes. En 1979 se lanza una red celular en Japón por NTT (Nippon Telegraph and Telephone Corporation), empresa de telecomunicaciones líder en el mercado Nipón. Desde ese entonces, los teléfonos móviles se han vuelto una demanda mundial y han evolucionado y avanzado exponencialmente en sus características y funciones.

En un principio éstos dispositivos sólo funcionaban para comunicarse por medio de llamadas de voz, sin embargo, en los años 90's se crean los SMS (Short Message Service). El primer SMS es enviado en 1992 por Brit Neil Papworth<sup>6</sup>. Su primer texto fue "Happy Christmas" (Feliz Navidad), este mensaje se envía al director de Vodafone<sup>7</sup>, Richard Jarvis. El mensaje se mando desde una computadora hasta un Orbitel 901 Handset.

---

<sup>5</sup> Zonas circulares que se superponen para cubrir un área geográfica.

<sup>6</sup> Neil Papworth (nacido en 1969) Británico, Arquitecto de software, diseñador y desarrollador.

<sup>7</sup> Proveedor de telecomunicaciones de servicios en Reino Unido, la segunda mayor empresa de telefonía móvil del mundo.





*Ilustración 2 Primer teléfono GSM del mundo y en recibir un mensaje de texto*

*Fuente: [http://www.mobilephonehistory.co.uk/orbitel/orbitel\\_900.php](http://www.mobilephonehistory.co.uk/orbitel/orbitel_900.php) Fecha: Septiembre de 2013*

Fue hasta 1.999 que los mensajes de texto se pudieron enviar entre diferentes redes y operadores.

Los Smartphone (teléfono inteligente) se diseñan con el objetivo de proveer a los usuarios, mayores funcionalidades de comunicación y transmisión de datos, su característica más importante es el uso del sistema operativo como administrador principal del hardware y software del dispositivo móvil. Estos equipos suelen contar con pantallas táctiles para el ingreso de la información, utilizan procesadores especiales, memorias para el almacenamiento de la información y tienen sistemas de optimización y rendimiento para el manejo de la energía que se utiliza en el dispositivo.

En la actualidad existen diferentes empresas que desarrollan smartphone, las cuales están en el desarrollo continuo de nuevas tecnologías y características.

Fuente: Fabiola Analy Chávez, Andrea Nohemí Ponciano, Bremely Rosibel, Gonzales Posada y Josué Eduardo Vásquez Montejo. Dispositivos Móviles y sus Sistemas Operativos. (Agosto 2014) <https://aprendiendotecnologiaadmonb.wordpress.com/dispositivos-moviles-y-sus-sistemas-operativos/>

### **2.5.2 - Principal Característica y Servicios de Dispositivo Móvil**

La característica más importante es el concepto de movilidad, el dispositivo móvil es pequeño con el fin de portarse y ser fácilmente empleado durante su transporte. También se destaca el uso del sistema operativo como administrador del hardware y software. En ocasiones puede

sincronizarse con algún sistema de la computadora para actualizar aplicaciones y datos con alguna capacidad de procesamiento, con conexión permanente o intermitente a una red, memoria limitada.

A continuación se detalla una breve descripción de los principales servicios:

- Cámara de fotos, Cámara de video, Consola de videojuegos portátil, Agenda electrónica
- Reloj despertador, Calculadora, Radio portátil, Reproductor multimedia.
- Realización y Recepción de llamadas de voz.
- Sistema de Posicionamiento Global - GPS
- Envío y Recepción de mensajes de Texto SMS (Short Message Service). Es un servicio disponible en los teléfonos móviles que permite el envío de mensajes cortos (mensajes de texto) entre teléfonos móviles, teléfonos fijos y otros dispositivos de mano. SMS diseñado originariamente como parte del estándar de telefonía móvil digital GSM, en la actualidad está disponible en una amplia variedad de redes.
- Envío y Recepción de mensajes multimedia MMS (Multimedia Messaging System). Es un estándar de mensajería que permite a los teléfonos móviles enviar y recibir contenidos multimedia, incorporando sonido, video, fotos. La mensajería multimedia permite el envío de estos contenidos además, a cuentas de correo electrónico, ampliando las posibilidades de la comunicación móvil, pudiendo publicar nuestras fotografías digitales o actuar en weblogs sin mediación de una PC.
- Roaming. Capacidad de cambiar de un área de cobertura a otra sin interrupción en el servicio o pérdida en conectividad.
- Conexiones en red con tecnologías como:
  - Infrarrojo. Emisores/receptores de las ondas infrarrojas entre ambos dispositivos, cada dispositivo necesita al otro para realizar la comunicación, por ello es escasa su utilización.
  - Bluetooth. Transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia (Antena NFC: La antena permite la envío y recepción de las señales del dispositivo móvil a otros dispositivos en distancias cortas)
  - Wi-Fi. La comunicación inalámbrica, que se realiza a través de ondas de radiofrecuencia, facilita la operación en lugares donde el dispositivo no se encuentra en una ubicación fija. La antena permite la recepción y envío de las señales del estándar 802.11 a, b, g y n.
- Servicio de Transferencia de Datos WAP (Wireless Application Protocol - Protocolo de Aplicaciones Inalámbricas). Es un estándar abierto internacional para aplicaciones que utilizan las comunicaciones inalámbricas, como es el acceso a servicios de Internet desde un teléfono móvil. WAP define un entorno de aplicación y una pila de protocolos para aplicaciones y servicios accesibles a través de terminales móviles. La Navegación WAP generalmente en muchos terminales o celulares es activado por el proveedor del servicio de telefonía móvil de cada país, el costo por

navegación varia por Mb navegado y otros casos por hora aire (el tiempo que navegues), la oferta de información vía WAP es preparada y exclusivamente para aquellos que deseen navegar por medio del celular.

- Servicio de Transferencia de Datos, acceso a Internet utilizando GPRS (General Packet Radio Service - Servicio General de Paquetes vía Radio). Es una evolución del estándar GSM (System for Mobile Communications - Sistema Global para Comunicaciones Móviles) para la transmisión de datos no conmutada (o por paquetes). El método de cobro para transferencias de datos usando GPRS es el pago por megabytes o gigabytes de transferencia, mientras que el pago de la comunicación tradicional mediante conmutación de circuitos se cobra por tiempo de conexión, independientemente de si el usuario está utilizando el canal o este se encuentra inactivo.

### 2.5.3 - Internet Móvil

La telefonía celular ha evolucionado muy rápidamente, lo que ha permitido saltar de la elemental tarea de comunicación por voz, hasta la descarga de datos desde internet, ver películas, video conferencias, TV de alta definición, etc.

Todo lo ha hecho posible la tecnología al entregar dispositivos cada vez más sofisticados y la implementación de nuevos estándares técnicos.

Las redes de telefonía celular usan estándares que se desarrolla a continuación con las fuentes de información:

NorfiPC. Las redes de transmisión de datos usadas en los teléfonos celulares. (Enero, 2015) <https://norfipc.com/celulares/redes-transmision-datos-usadas-telefonos-celulares.php>

NorfiPC. Características de los estándares más usados en las redes móviles. (Enero, 2015) <https://norfipc.com/celulares/redes-transmision-datos-usadas-telefonos-celulares.php>

Kioskea. Telefonía móvil. (Junio 2014) [www.es.kioskea.net](http://www.es.kioskea.net)

#### 2.5.3.1 – Primera generación de telefonía móvil

Es la telefonía analógica tradicional por cables.

En 1981, las compañías de telefonía móvil necesitaban algún estándar para que los teléfonos móviles pudiesen comunicarse entre ellos y de ahí surge la tecnología de primera generación o 1G,

la cual solo soportaba **llamadas de voz pero nada de tráfico de datos**. Los dispositivos portátiles eran relativamente grandes.

Esta generación utilizaba principalmente los siguientes estándares:

- **AMPS** (Sistema telefónico móvil avanzado): Se presentó en 1976 en Estados Unidos y fue el primer estándar de redes celulares. Utilizada principalmente en el continente americano, Rusia y Asia, la primera generación de redes analógicas contaba con mecanismos de seguridad endebles que permitían hackear las líneas telefónicas.

- **TACS** (Sistema de comunicaciones de acceso total): Es la versión europea del modelo AMPS. Este sistema fue muy usado en Inglaterra y luego en Asia (Hong-Kong y Japón) y utilizaba la banda de frecuencia de 900 MHz.

- **ETACS** (Sistema de comunicaciones de acceso total extendido): Es una versión mejorada del estándar TACS desarrollado en el Reino Unido que utiliza una gran cantidad de canales de comunicación.

Con la aparición de una segunda generación totalmente digital, la primera generación de redes celulares se volvió obsoleta.



*Ilustración 3 Martin Cooper (Ingeniero electrónico e inventor estadounidense, considerado el padre del teléfono móvil) con el primer teléfono móvil de la historia.*

*Fuente: <http://www.lanacion.com.ar/1568201-el-telefono-celular-cumple-40-anos-habla-su-creador> Fecha: Abril de 2013*

### 2.5.3.2 – Segunda generación 2G o GSM (Global System for Mobile communications - Sistema Global para las Comunicaciones Móviles)

Se presenta en el año 1992 y supuso un salto de la telefonía móvil analógica, a una totalmente digital, aquí se encripta conversaciones y datos enviados digitalmente, de forma tal que solo a quien se le envía puede recibirlos y leerlos. Es el comienzo de la telefonía celular, en la que se empieza a transmitir datos mediante la navegación WAP, mandar los primeros SMS (mensajes de texto) y MMS (mensajes multimedia). Finalmente, las redes GSM admiten el concepto de roaming.

La tecnología GSM se caracteriza por la utilización de una tarjeta denominada SIM<sup>8</sup> Card (o chip), que contiene la información de la cuenta, y en la cual pueden almacenarse todos los contactos, información de agenda, etc. Los equipos utilizados con GSM son de alta tecnología y calidad, y pueden ser reemplazados sin depender de ningún trámite administrativo (simplemente trasladando la tarjeta SIM de un equipo al otro). Otra característica importante es la aplicación sobre las redes GSM de las tecnologías GPRS y EDGE, que posibilitan la transmisión de datos de alta velocidad.

El estándar GSM permite una velocidad de datos máxima de 9,6 kbps, que permite transmisiones de voz y de datos digitales de volumen bajo.

Se han hecho ampliaciones al estándar GSM con el fin de mejorar el rendimiento, la velocidad de transmisión, y ampliar la tecnología a otros servicios. En el año 1991 se crea 2.5G (GPRS) y 2.75G (EDGE).

Kioskea. Estándar GSM (Sistema global de comunicaciones móviles) (Junio 2014) [www.es.kioskea.net](http://www.es.kioskea.net)

#### Estándar 2.5G o GPRS (G)

**GPRS** (Servicio general de paquetes de radio) Funciona por paquetes de datos, no por tiempo de conexión, y no requiere ningún tipo de ajuste previo para hacerla funcionar, ya se encarga el operador. Aparecerá como una G en nuestra barra de notificaciones.

Gracias a su modo de transferencia en paquetes, las transmisiones de datos sólo usan la red cuando es necesario. Por lo tanto, el estándar GPRS permite que el usuario reciba facturas por

---

<sup>8</sup> SIM - Módulo de Identificación de Abonado. Permite identificar de manera única al usuario y a su teléfono móvil.

volumen de datos en lugar de la duración de la conexión, lo que significa especialmente que el usuario puede permanecer conectado sin costo adicional.

Todo teléfono inteligente es compatible con las redes GPRS. Es una extensión, y por tanto incluye, al GSM (sistema global de comunicaciones móviles. Permite velocidades de transferencia de 56 a 144 kbps. Es la mejor red para realizar llamadas, porque es la más extendida, y casi siempre tendremos cobertura. Pero es muy lenta para enviar y recibir mensajes en WhatsApp y lo más probable es que no podamos navegar por Internet solo leer e-mails.

### **Estándar 2.75G o EDGE (E)**

**EDGE** (Enhanced Data Rates for GSM Evolution - Tasas de datos mejoradas para la evolución de GSM) anunciado como, cuadruplica las mejoras en el rendimiento de GPRS con la tasa de datos teóricos anunciados de 384 Kbps en el caso de estaciones fijas (peatones y vehículos lentos) y hasta 144 Kbits/s para estaciones móviles (vehículos veloces), por lo tanto, admite aplicaciones multimedia. En realidad, el estándar EDGE permite velocidades de datos teóricas de 473 Kbits/s pero ha sido limitado para cumplir con las especificaciones IMT-2000 (Telecomunicaciones móviles internacionales-2000) de la ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones).

Con este estándar podríamos hablar por WhatsApp, así como enviar correos electrónicos que solo incluyan texto. Si aparece una letra E en tu móvil estarás usando este tipo de conexión.

Kioskea. EDGE (Tasas de datos mejoradas para la evolución de GSM) (Junio 2014) [www.es.kioskea.net](http://www.es.kioskea.net)

### **2.5.3.3 – Tercer Generación - 3G o UMTS (U) HSPA**

Significa Tercera Generación o UMTS (Universal Mobile Telecommunications System - Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles). La demanda de tasas de transmisión de datos crecía de forma constante y esto obligó a las compañías a seguir mejorar el servicio, su uso comercial comienza en el 2001, implementándose muy lentamente en la telefonía celular. Los sistemas móviles de esta generación brindan servicios multimedia, mejorando los servicios ya existentes de voz, textos, datos, música y video. La tecnología 3G está basada en los estándares actuales de GSM, pero ha evolucionado para incluir una nueva interface de radio de mucha mayor velocidad binaria, que permite el funcionamiento pleno de los servicios mencionados y su uso simultáneo. Esta generación coexiste con la anterior, sólo se debe adquirir un equipo de 3G si desea

tener acceso a más servicios, teniendo en cuenta que, los teléfonos 3G son dispositivos de alta gama o teléfonos inteligentes (smartphones), que incluyen poderosas capacidades de procesamiento que los asemejan a pequeñas computadoras portátiles.

Las redes 3G introdujeron el uso en los dispositivos portables, de la TV, video conferencias, el GPS (Sistema de posicionamiento global) y facilitaron la navegación en internet de forma similar a como lo hacemos en una computadora de escritorio.

Permiten una transferencia de datos desde 200 kbit/s. hasta los 2 Mbps.

La frecuencia más usada para 3G es 2100MHz.

Kioskea. Telefonía móvil (Junio 2014) [www.es.kioskea.net](http://www.es.kioskea.net)

### **Estándar 3.5G o (HSDPA) También denominada 3G+**

El HSDPA (Acceso de alta velocidad del paquete de Downlink) es un protocolo de telefonía móvil de tercera generación, apodado "3.5G", que puede alcanzar velocidades de datos en el orden de los 8 a 10 Mbps.

Es la optimización de la tecnología UMTS. Mejora significativamente la capacidad máxima de transferencia de información, por lo que una misma red puede ser usada por una cantidad de usuarios más elevada. Una H es la que te indica que esta tecnología está activada.

### **Estándar 3.75G o (HSUPA) También denominada H+**

Sus siglas provienen de High Speed Uplink Packet Access. Es un sistema semejante al anterior, aunque no solo se mejora la velocidad de descarga, sino también de la velocidad de subida en las transferencias, de manera que se pueden alcanzar velocidades de 22 Mbps de subida, y 84 Mbps de descarga. La diferencia con el sistema anterior es que al tener una velocidad de subida mayor, no sólo podemos descargar vídeo, sino también enviarlo, de manera que se establece la base para realizar llamadas IP, o incluso video llamadas de alta calidad.

Las especificaciones IMT-2000 (Telecomunicaciones Móviles Internacionales para el año 2000) de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) definieron las características de la **G3** (tercera generación de telefonía móvil). Las características más importantes son:

- Alta velocidad de transmisión de datos:
  - 144 Kbps con cobertura total para uso móvil.
  - 384 Kbps con cobertura media para uso de peatones.
  - 2 Mbps con áreas de cobertura reducida para uso fijo.

- Compatibilidad mundial.
- Compatibilidad de los servicios móviles de G3 con las redes de segunda generación.

#### 2.5.3.4 – Cuarta Generación - 4G o LTE

Las redes 4G (cuarta generación) son el estándar creado para perfeccionar el 3G. Mejora notablemente la televisión de alta definición, en 3D, video conferencias, juegos, servicios de internet y la transferencia de datos en general.

Está disponible para los móviles desde el 2011 pero su lanzamiento se realiza en el 2013.

Utiliza tecnología estándar que opera y trabaja en diferentes bandas o que puede trabajar con múltiples bandas, lo cual le permite funcionar en diferentes países y con las tecnologías que están definidas en estos países para la telefonía móvil, a esta característica de diseño se le conoce como iterancia o roaming.

La 4G está basada completamente en el protocolo IP, siendo un sistema y una red, que se alcanza gracias a la convergencia entre las redes de cables e inalámbricas. La principal diferencia con las generaciones predecesoras es la capacidad para proveer velocidades de acceso mayores de, manteniendo una calidad de servicio de punta a punta de alta seguridad que permite ofrecer servicios de cualquier clase en cualquier momento.

Actualmente la velocidad de transmisión real de estos servicios no mejora de forma notoria el rendimiento de la cobertura 3G pero se espera que alcance, en teoría, las velocidades de conexión que permitirían alcanzar los.

El acceso a esta red es solo posible con smartphones.

Kioskea. Telefonía móvil (Junio 2014) [www.es.kioskea.net](http://www.es.kioskea.net)

A continuación se elabora un cuadro resumiendo lo anteriormente expuesto.

Generación		Estándar	Banda de frecuencia	Rendimiento
1G			Es la telefonía analógica tradicional por cables.	
2G		GSM	Permite la transferencia de voz o datos digitales de bajo volumen.	9,6 Kbps
	2.5G	GPRS	Permite la transferencia de voz o datos digitales de volumen moderado.	56 a 144 kbps.
	2.75G	EDGE	Permite la transferencia simultánea de voz y datos digitales.	43,2 a 384 Kbps



<b>3G</b>		<b>UMTS</b>	Permite la transferencia simultánea de voz y datos digitales a alta velocidad.	200 kbit/s a 2 Mbps
	<b>3.5G</b>	<b>HSDPA</b>		8 a 10 Mbps
	<b>3.75G</b>	<b>HSUPA</b>		22 Mbps de subida, y 84 Mbps de descarga.
<b>4G</b>		<b>LTE</b>	Tecnología que opera y trabaja en diferentes bandas o que puede trabajar con múltiples bandas.	50 Mbps de subida, y los 100 Mbps de bajada y 1 Gbit/s en reposo

*Ilustración 4 Resumen Generación de la telefonía móvil*

*Fuente: Elaboración propia*

#### **2.5.3.5 – Wireless (802.11 o WiFi)**

Es la conexión inalámbrica por la que nos podemos conectar a otro punto de acceso para usar su conexión en nuestro dispositivo. Si la red está cifrada (protocolos WEP (Wired Equivalent Privacy) o WPA (Wi-Fi Protected Access)) deberemos ingresar la contraseña.

El estándar IEEE (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos) 802.11 define el uso de los dos niveles inferiores de la arquitectura o modelo OSI (capa física y capa de enlace de datos), especificando sus normas de funcionamiento en una red de área local inalámbrica (WLAN).

La capa física (PHY) define la modulación de las ondas de radio y las características de señalización para la transmisión de datos. La capa de enlace de datos compuesta por dos subcapas: control de enlace lógico (LLC) y control de acceso al medio (MAC). Esta define la interfaz entre el bus del equipo y la capa física, y las reglas para la comunicación entre las estaciones de la red.

Kioskea. Introducción a Wi-Fi (802.11 o WiFi) (Junio 2014) <http://es.ccm.net/contents/789-introduccion-a-wi-fi-802-11-o-wifi>

##### **2.5.3.5.1 – Estándares 802.11**

La especificación IEEE 802.11 (ISO/IEC 8802-11) es un estándar internacional que define las características de una red de área local inalámbrica (WLAN). Wi-Fi (que significa "Fidelidad inalámbrica") es el nombre de la certificación otorgada por la Wi-Fi Alliance, anteriormente WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance), grupo que garantiza la compatibilidad entre

dispositivos que utilizan el estándar 802.11. Por el uso indebido de los términos (y por razones de marketing) el nombre del estándar se confunde con el nombre de la certificación. Una red Wi-Fi es en realidad una red que cumple con el estándar 802.11.

Con Wi-Fi se pueden crear redes de área local inalámbricas de alta velocidad siempre y cuando el equipo que se vaya a conectar no esté muy alejado del punto de acceso. En la práctica, Wi-Fi admite ordenadores portátiles, equipos de escritorio, telefonía celular, asistentes digitales personales (PDA) o cualquier otro tipo de dispositivo de alta velocidad con propiedades de conexión también de alta velocidad (11 Mbps o superior) dentro de un radio de metros.

El estándar 802.11 es el primer estándar y permite un ancho de banda de 1 a 2 Mbps. El estándar original se ha modificado para optimizar el ancho de banda (incluidos los estándares 802.11a, 802.11b y 802.11g, denominados estándares físicos 802.11) o para especificar componentes de mejor manera con el fin de garantizar mayor seguridad o compatibilidad. A continuación se describe brevemente las distintas modificaciones del estándar 802.11 y sus significados:

**802.11a** WiFi 5 – Este estándar admite un ancho de banda superior (el rendimiento total máximo es de 54 Mbps). Se basa en la tecnología llamada OFDM (multiplexación por división de frecuencias ortogonales). Transmite en un rango de frecuencia de 5 GHz y utiliza 8 canales no superpuestos.

Es por esto que los dispositivos 802.11a son incompatibles con los dispositivos 802.11b. Sin embargo, existen dispositivos que incorporan ambos chips, los 802.11a y los 802.11b y se llaman dispositivos de "banda dual".

**802.11b** Wifi - Este es el más utilizado actualmente. Ofrece un rendimiento total máximo de 11 Mbps y tiene un alcance de hasta 300 metros en un espacio abierto. Utiliza el rango de frecuencia de 2,4 GHz con tres canales de radio disponibles.

**802.11c** - Combinación del 802.11 y el 802.1d - No ofrece ningún interés para el público general. Es solamente una versión modificada del estándar 802.1d que permite combinar el 802.1d con dispositivos compatibles 802.11 (en el nivel de enlace de datos).

**802.11d** Internacionalización - El estándar 802.11d es un complemento del estándar 802.11 que está pensado para permitir el uso internacional de las redes 802.11 locales. Permite que distintos dispositivos intercambien información en rangos de frecuencia según lo que se permite en el país de origen del dispositivo.

**802.11e** - Mejora de la calidad del servicio. El estándar 802.11e está destinado a mejorar la calidad del servicio en el nivel de la capa de enlace de datos. Su objetivo es definir los requisitos de diferentes paquetes en cuanto al ancho de banda y al retardo de transmisión para permitir mejores transmisiones de audio y vídeo.

**802.11f** Itinerancia - El 802.11f es una recomendación para proveedores de puntos de acceso que permite que los productos sean más compatibles. Utiliza el protocolo IAPP que le permite a un

usuario itinerante cambiarse claramente de un punto de acceso a otro mientras está en movimiento sin importar qué marcas de puntos de acceso se usan en la infraestructura de la red. También se conoce a esta propiedad simplemente como itinerancia.

**802.11g** - El estándar 802.11g permite un máximo de transferencia (ancho de banda elevado) de datos de 54 Mbps, en el rango de frecuencia de 2,4 GHz. El estándar 802.11g es compatible con el estándar anterior, el 802.11b, lo que significa que los dispositivos que admiten el estándar 802.11g también pueden funcionar con el 802.11b.

**802.11h** - El estándar 802.11h tiene por objeto unir el estándar 802.11 con el estándar europeo (HiperLAN 2, de ahí la h de 802.11h) y cumplir con las regulaciones europeas relacionadas con el uso de las frecuencias y el rendimiento energético.

**802.11i** - El estándar 802.11i está destinado a mejorar la seguridad en la transferencia de datos (al administrar y distribuir claves, y al implementar el cifrado y la autenticación).

Este estándar se basa en el AES (Estándar de Cifrado Avanzado) y puede cifrar transmisiones que se ejecutan en las tecnologías 802.11a, 802.11b y 802.11g.

**802.11r** - El estándar 802.11r se elaboró para que pueda usar señales infrarrojas. Este estándar se ha vuelto tecnológicamente obsoleto.

**802.11j** - El estándar 802.11j es para la regulación japonesa lo que el 802.11h es para la regulación europea.

### **Rango y flujo de datos**

Los estándares 802.11a, 802.11b y 802.11g, llamados "estándares físicos", son modificaciones del estándar 802.11 y operan de modos diferentes, lo que les permite alcanzar distintas velocidades en la transferencia de datos según sus rangos.

<b>Estándar</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Velocidad</b>	<b>Rango</b>
WiFi a (802.11a)	5 GHz	54 Mbit/s	10 m
WiFi B (802.11b)	2,4 GHz	11 Mbit/s	100 m
WiFi G (802.11g)	2,4 GHz	54 Mbit/s	100 m

*Ilustración 5 Rango y flujo de datos*

*Fuente: Kioskea. Introducción a Wi-Fi (802.11 o WiFi) Fecha: Junio, 2014*

<http://es.ccm.net/contents/789-introduccion-a-wi-fi-802-11-o-wifi>

### 2.5.4 - Sistemas Operativos Móviles

Los Sistemas Operativos son los encargados de administrar el hardware de los diferentes equipos, enfocados en la movilidad, conectividad inalámbrica y en la administración óptima del procesamiento, almacenamiento y consumo de la energía.

Las características más relevantes de un sistema operativo móvil son:

- Kernel Unificado
- Construido por Capas
- Multiproceso y Multitarea.
- Soporte a diferentes Pantallas
- Soporte Multilenguaje
- Multihilo
- Conectividad Inalámbrica
- Administración del Hardware
- Administración de Aplicaciones
- Navegación Web
- Capacidad de Adaptación
- Reinención y Mejoramiento
- Personalizable
- Multiusuario
- Inteligente

Los sistemas operativos móviles cuentan con capas específicas:

- Kernel o núcleo del sistema operativo, encargado de administrar todos los elementos de hardware del dispositivo móvil. También es el encargado de brindar diferentes servicios a las capas superiores como los controladores de hardware, gestión de procesos, sistemas de archivos, además del acceso y administración de la memoria del sistema.

-Middleware o intermediador de aplicaciones del sistema operativo, son diferentes programas o módulos que permiten el uso de aplicaciones, librerías, entre otras para el funcionamiento del dispositivo móvil. Su funcionamiento es totalmente transparente para el usuario, no debiendo realizar ninguna acción ni configurar alguna para su correcto desenvolvimiento. El Middleware brinda la posibilidad de ejecutar servicios vitales para el normal funcionamiento de la estructura del sistema operativo y para que otras aplicaciones, en capas superiores de la jerarquía, puedan ejecutarse. Entre los servicios que presta esta capa se puede citar los motores de comunicaciones y mensajería, funciones de seguridad, servicios para la gestión de diferentes aspectos del móvil, ofrece servicios

claves como el motor de mensajera y comunicaciones, codecs multimedia, intérpretes de páginas Web y servicios WAP, además de soporte para una gran variedad de servicios concernientes al apartado multimedia que es capaz de ejecutar el móvil.

- La capa administración de aplicaciones, es la encargada de la ejecución, detención y finalización de las aplicaciones del sistema operativo.

Esta capa provee de todos los elementos necesarios para la creación y desarrollo de software a los programadores, al escribir aplicaciones compatibles con el sistema operativo. Entre los servicios que los programadores pueden encontrar, se destacan un gestor de aplicaciones y una serie de interfaces programables (APIs) o "Application Programming Interface" abiertas.

- Interfaz, la cual es la encargada de administrar el uso que le da el usuario al dispositivo móvil. Sin esta capa no sería posible utilizar nuestro dispositivo, ya que la misma presenta todos los elementos necesarios para facilitar cualquier tipo de tarea que deseemos realizar en nuestra terminal. Además incluye todos los elementos gráficos que harán posible el uso cómodo y sencillo del móvil: botones, menús, pantallas y listas, entre otros. También brinda la capacidad de personalización que permite la interfaz del usuario de nuestro sistema operativo.



*Ilustración 6 Capas del Sistema Operativo Móvil*

Fuente: <http://myfpschool.com/como-es-la-estructura-de-un-sistema-operativo-movil>

Con el paso del tiempo surgen diferentes sistemas operativos que cuentan con mejores características y una mayor demanda. Los móviles se han convertido en dispositivos no solo de comunicación por medio de llamadas, mensajes de texto multimedia o normales y comunicación

por medio de redes sociales, sino que además son aparatos de entretenimiento donde pueden descargar aplicaciones, tomar fotos, videos, compartirlos, escuchar música, internet, agenda, entre otras muchas funciones que se han ido implementando con el paso de los tiempos.

A continuación se realiza un breve detalle de los Sistemas Operativos existentes:

#### **2.5.4.1 – Android**

El sistema operativo Android es sin duda el líder del mercado móvil en sistemas operativos, está basado en Linux, diseñado originalmente para cámaras fotográficas profesionales, luego es vendido a Google y modificado para ser utilizado en dispositivos móviles como los teléfonos inteligentes y luego en tablets. El desarrollador de este S.O. es Google, fue anunciado en el 2007 y liberado en el 2008; además de la creación de la Open Handset Alliance, compuesto por 78 compañías de hardware, software y telecomunicaciones dedicadas al desarrollo de estándares abiertos para celulares, esto le ha ayudado mucho a Google a masificar el S.O, hasta el punto de ser usado por empresas como HTC, LG, Samsung, Motorola entre otros.

Android Inc., es la empresa que creó el sistema operativo móvil, se fundó en 2003 y fue comprada por Google en el 2005 y 2007 lanzado al mercado. Su nombre se debe a su inventor, Andy Rubin.

Las aplicaciones para Android se escriben y desarrollan en Java. Una de las grandes cualidades o características de este sistema operativo es su carácter abierto. Android se distribuye bajo dos tipos de licencias, una que abarca todo el código del Kernel y que es GNU GPLv2 ( implica que su código se debe poner al alcance de todos y que todos podremos hacer con este código lo que nos parezca oportuno, modificarlo, ampliarlo, recortarlo, siempre con la obligación de volver a licenciarlo con las misma licencia) Google también por supuesto tiene otra licencia para el resto de componentes del sistema que se licencia bajo APACHE v2 (implica que este código se pueda distribuir para ser modificado y usado como quiera el usuario, pero a diferencia del primer caso, las modificaciones y el código resultante no es obligatorio el licenciarlo bajo las mismas condiciones en las que se encontraba).

#### **2.5.4.2 – iOS**

iOS es el sistema operativo que da vida a dispositivos como el iPhone, el iPad, el iPod Touch o el Apple TV. Su simplicidad y optimización son sus pilares para que millones de usuarios se

decanten por iOS en lugar de escoger otras plataformas que necesitan más hardware para mover con fluidez el sistema. Cada año, Apple lanza una gran actualización de iOS que suele traer características exclusivas para los dispositivos más punteros que estén a la venta en ese momento.

Anteriormente denominado iPhone OS creado por Apple originalmente para el iPhone, siendo después usado en el iPod Touch e iPad. Es un derivado de Mac OS X, se lanza en el año 2007, aumenta el interés con el iPod Touch e iPad que son dispositivos con las capacidades multimedia del iPhone pero sin la capacidad de hacer llamadas telefónicas, en si su principal revolución es una combinación casi perfecta entre hardware y software, el manejo de la pantalla multi-táctil.

#### **2.5.4.3 - Windows Phone**

Anteriormente llamado Windows Mobile, es un S.O. móvil compacto desarrollado por Microsoft, se basa en el núcleo del sistema operativo Windows CE y cuenta con un conjunto de aplicaciones básicas, actualmente va por la versión 8. Está diseñado para ser similar a las versiones de escritorio de Windows estéticamente y existe una gran oferta de software de terceros disponible para Windows Mobile.

#### **2.5.4.4 –BlackBerry 6**

BlackBerry es un sistema desarrollado por Research In Motion (RIM). La mejor experiencia de este sistema se encuentra en los equipos touchscreen (Pantalla Táctil), aunque RIM asegura que en los equipos que cuenten con un TouchPad o TrackPad podrán ejecutarlo ya que ejerce casi la misma función. RIM en el desarrollo de este OS se enfocó en la parte multimedia hacia el usuario, sin dejar a un lado la parte profesional, también se muestra la integración de las redes sociales y la mensajería instantánea en este. Sin duda RIM quiere dar al usuario una nueva experiencia en su equipo BlackBerry que nadie conocía.

BlackBerry 7.1 es la última versión estable hasta el momento con nuevas funciones que harán más fácil el manejo del Smartphone.

#### **2.5.4.5 –Symbian**

Producto de la alianza de varias empresas de telefonía móvil, entre las que se encuentran Nokia, Sony Ericsson, Samsung, Siemens, BenQ, Fujitsu, Lenovo, LG, Motorola, esta alianza le permite en un momento dado ser unos de los pioneros y más usados.

El objetivo de Symbian es crear un sistema operativo para terminales móviles que pudiera competir con el de Palm o el Smartphone de Microsoft. Técnicamente, el sistema operativo Symbian es una colección compacta de código ejecutable y varios archivos, la mayoría de ellos son bibliotecas vinculadas dinámicamente (DLL) y otros datos requeridos, incluyendo archivos de configuración, de imágenes y de tipografía, entre otros recursos residentes. Symbian se almacena, generalmente, en un circuito flash dentro del dispositivo móvil. Gracias a este tipo de tecnología, se puede conservar información aun si el sistema no posee carga eléctrica en la batería, además de que le es factible reprogramarse, sin necesidad de separarla de los demás circuitos. Las aplicaciones compatibles con Symbian se desarrollan a partir de lenguajes de programación orientados a objetos como C++, Java (con sus variantes como PJava, J2ME, etc.), Visual Basic para dispositivos móviles, entre otros, incluyendo algunos lenguajes disponibles en versión libre.

#### **2.5.4.6 –Firefox O.S**

Firefox OS es un sistema operativo móvil, basado en HTML5 con núcleo Linux, de código abierto, para smartphones y tabletas. Es desarrollado por Mozilla Corporation bajo el apoyo de otras empresas como Telefónica y una gran comunidad de voluntarios de todo el mundo. Este sistema operativo está enfocado especialmente en los dispositivos móviles incluidos los de gama baja. Está diseñado para permitir a las aplicaciones HTML5 comunicarse directamente con el hardware del dispositivo usando JavaScript y Open Web APIs. Ha sido mostrado en smartphones y Raspberry Pi, compatibles con Android.

#### **2.5.4.7 –Ubuntu Touch**

Ubuntu Touch es un sistema operativo móvil basado en Linux. Es desarrollado por Canonical Ltd.. Presentado el 2 de enero de 2013 al público mediante un anuncio en la web de Ubuntu,



culmina el proceso de Canonical de desarrollar una interfaz que pueda utilizarse en ordenadores de sobremesa, portátiles, netbooks, tablets y teléfonos inteligentes.

Ubuntu Touch se caracteriza por ser un sistema diseñado para plataformas móviles. Algunas de sus características más destacadas son la pantalla de inicio sin sistema de bloqueo/desbloqueo (que funciona con un nuevo sistema de gestos, y que se aprovecha para mostrar notificaciones).

## 2.6- Transmisión de datos a Telefonía Celular

Carrier, fundador de la Consultora e Carrier y Asociados, asegura “[...] El 84% del total de ventas correspondió a smartphones, un 9% a los socialphones (los que sin llegar a ser técnicamente smartphones permiten el uso de ciertas aplicaciones de mensajería instantánea y/o redes sociales) y un 7% al de equipos básicos (aquellos que sólo permiten llamadas de voz y SMS) [...]”

Fuente: <http://www.infobae.com/2015/03/23/1717725-el-triunfo-del-smartphone-el-84-los-celulares-que-se-venden-la-argentina-son-inteligentes> Fecha: Marzo de 2015

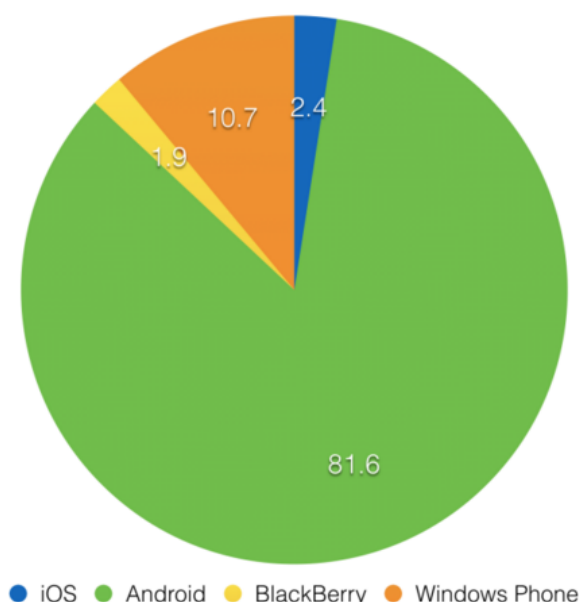


*Ilustración 7 Terminales por categorías*

Fuente: <http://www.infobae.com/2015/03/23/1717725-el-triunfo-del-smartphone-el-84-los-celulares-que-se-venden-la-argentina-son-inteligentes> Fecha: Marzo de 2015

“[...] Los usuarios de Android, la plataforma favorita en el país. De acuerdo con el observatorio ComTech de la consultora Kantar Worldpanel, en el primer trimestre de 2015 un 81.6% de los teléfonos inteligentes que se vendieron en el país llevaban esta plataforma. Este sistema operativo también mantuvo su liderazgo durante todos los meses de 2014, nunca representando menos del 75% total de las ventas [...]” *Fuente: Vrainz (Aceleradora enfocada específicamente en proyectos de internet y tecnología móvil)* <http://www.vrainz.com/cual-es-la-tendencia-en-el-consumo-de-aplicaciones-moviles-en-argentina> Fecha: Julio de 2015

### Participación de Mercado por SO Móvil Argentina - 1 Trimestre 2015



#### *Ilustración 8 Sistemas Operativos móviles*

*Fuente: Vrainz (Aceleradora enfocada específicamente en proyectos de internet y tecnología móvil)* <http://www.vrainz.com/cual-es-la-tendencia-en-el-consumo-de-aplicaciones-moviles-en-argentina> Fecha: Julio de 2015

Los datos exportados se pueden transmitir desde una computadora a dispositivos celulares, mediante una conexión a Internet. Para lo cual se hace mención a una herramienta gratuita llamada Awesome Drop (File Sync), esta permite realizar la transferencia de archivos desde cualquier computadora sin limitación física, es decir, se pueden transferir datos de una PC que se encuentre en cualquier parte del mundo a un dispositivo Android.

<http://android.scenebeta.com/tutorial/tutorial-uso-awesome-drop-file-sync>

Requisitos para usar el software:

- Terminal conectado a una red 3G o Wi-Fi
- Ordenador con conexión a Internet y navegador con HTML5 (Firefox 3.6, Chrome 5 o Safari 5).

Para comenzar con el procedimiento de transferencia, se debe realizar la descarga del programa Awesome Drop e instalarlo en el dispositivo Android.

### Paso 1

Cuando se ejecuta la aplicación en el teléfono, el programa solicita un código para poder comenzar la transferencia de datos. La ilustración 4, muestra la siguiente pantalla, en donde se debe introducir el PIN requerido desde el sitio del autor del Software.



*Ilustración 9 Aplicación Awesome Drop en el dispositivo Android.*

*Fuente: Tutoriales de Aplicaciones para Android. Fecha: Septiembre de 2010*

<http://android.scenebeta.com/tutorial/tutorial-uso-awesome-drop-file-sync>

### Paso 2

El siguiente paso se realiza desde la computadora, en donde se ingresa a la página oficial del programa <http://labs.dashwire.com/drop> (no requiere crear una cuenta) en donde directamente y sin clics intermedios ni otras acciones, aparece la siguiente pantalla que brinda los dígitos necesarios para comenzar la operación.



*Ilustración 10 Imagen en PC de los dígitos de acceso. <http://labs.dashwire.com/drop>*

*Fuente: Tutoriales de Aplicaciones para Android. Fecha: Septiembre de 2010*

*<http://android.scenebeta.com/tutorial/tutorial-uso-awesome-drop-file-sync>*

### **Paso3**

Se introduce en el dispositivo celular los números de acceso, en el momento en que se ingrese, la web reconoce el PIN y ella muestra una ventana para comenzar a transferir archivos. Aquí se debe seleccionar y arrastrar todo archivo que se desea transferir, a la ventana verde. Automáticamente se comienza a descargar en la carpeta Drop en la raíz de la microSD<sup>9</sup>:



*Ilustración 11 Captura de la ventana de transferencia de datos*

*Fuente: Tutoriales de Aplicaciones para Android. Fecha: Septiembre de 2010*

*<http://android.scenebeta.com/tutorial/tutorial-uso-awesome-drop-file-sync>*

---

<sup>9</sup>Tarjeta microSD, formato de tarjeta de memoria flash. Se desarrolla por SanDisk, en julio de 2005 y es adoptada por la Asociación de Tarjetas SD con el nombre «microSD». Se usa en aplicaciones donde el tamaño es crítico.

## **2.7 - Antecedentes**

### **2.7.1 - Usos de Simulación en Toma de decisiones**

Existen incontables artículos, tesis y congresos que tienen como objetivo, introducir el análisis de problemas reales con metodologías apropiadas a cada contexto, mediante proyectos de simulación, que permitan mejorar del rendimiento de un sistema o que brinden soporte efectivo a la toma de decisiones en situaciones de incertidumbre o riesgo.

Aplicado a diversos entornos sociales, tecnológicos o económicos, se obtiene una perspectiva amplia de las posibles aplicaciones profesionales, planteamiento y gestión de los proyectos de simulación.

Como antecedentes se destaca el siguiente trabajo:

#### **Modelo de Predicción de Costos en Servicios de Salud Soportado en Simulación Discreta**

**Jhonathan M. Vargas y Jaime A. Giraldo**

Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales.  
Manizales, Caldas - Colombia (e-mail: [jmvargasba@unal.edu.com](mailto:jmvargasba@unal.edu.com) y [jaiagiraldog@unal.edu.com](mailto:jaiagiraldog@unal.edu.com))

#### **Resumen**

Se desarrolla un modelo de apoyo a la toma de decisiones sobre los costos de prestación de servicios de salud. Se usa simulación discreta, evaluando diferentes escenarios de prestación de servicios de una Entidad Prestadora de Servicios de Salud (EPS): consulta médica general, urgencias, hospitalización y enfermedades catastróficas, entre otros. El modelo se realiza para que una EPS típica simule el costo de prestación de servicios por un año, a partir de indicadores tomados de estadísticas de salud del orden nacional cuyos valores se ajustan al comportamiento específico de la EPS. Los resultados obtenidos con el modelo permiten determinar que el enfoque de cálculo de costos es efectivo, y que los promedios nacionales de ciertos parámetros deben ser modificados para cada caso. De otra forma se pueden producir errores importantes en el presupuesto, al no incluir la variación en estos parámetros.

## Introducción

En los últimos años, la crisis en el sector salud en Colombia se ha incrementado, cientos de pacientes deben hacer largas filas para la atención desde tempranas horas de la mañana, demasiadas quejas con respecto a demoras en la atención, muchos servicios no pueden ser prestados por problemas en la planificación/asignación de recursos, alta incertidumbre en el costo total del servicio, entre otros, son algunos de los problemas que deben enfrentar los usuarios/gerentes a la hora de requerir/prestar atención en salud. No es un secreto la difícil situación financiera que atraviesa el sector salud colombiano, aunado a una tendencia creciente en la población de adultos mayores con patologías de alta complejidad que implican un alto costo aumentando los riesgos financieros, según estadísticos propios de una típica E.P.S. colombiana.

Se considera la asistencia en salud como un conjunto de fenómenos que ocurren en un contexto organizacional. El aspecto fundamental de este campo es que los pacientes son los que buscan tratamiento de un doctor por una patología. Los médicos son típicamente trabajadores individuales o empleados de un hospital. Los pacientes, por otra parte, son empleados a los cuales sus empleadores les cancelan un seguro con el cual deben pagar los servicios médicos. Así, los dos contextos organizacionales inmediatos son el cuidado de la salud como una organización proveedora y pagadora. Los sistemas de salud se enfrentan a retos, incluyendo la disminución de los recursos y el aumento de la demanda de servicios. Estos retos tienen que ser equilibrados en este complejo sistema de sistemas, para asegurar una calidad de vida sostenible, que debe considerar las necesidades de las generaciones futuras sin comprometer las necesidades de las generaciones actuales. El componente social de la sostenibilidad es una de las áreas importantes de la sostenibilidad de la salud. El componente social se centra en consideraciones tales como la equidad, el empoderamiento, la accesibilidad, participación, identidad cultural y la estabilidad institucional. La satisfacción del paciente es un factor clave en el elemento social en términos de costo, accesibilidad a los servicios, recursos, y el bienestar del paciente.

El sistema de salud colombiano hace parte del sistema de seguridad social de Colombia el cual es regulado por el gobierno nacional en dos regímenes de afiliación al sistema: contributivo y subsidiado. Con respecto a los servicios prestados tanto por el régimen contributivo como por el régimen subsidiado, la ACEMI (Asociación Colombiana de Empresas de Medicina Integral) presenta una recopilación estadística que muestra cómo se han distribuido los servicios prestados. Los sistemas de atención a pacientes se caracterizan por exhibir en su operación alta variabilidad (aleatoriedad), presentan múltiples interacciones entre: pacientes, equipo médico, prestadores y otros recursos, lo cual aumenta su grado de complejidad, dado su comportamiento dinámico. Dicha complejidad es difícil modelarla con matemática analítica, por lo que en el estudio se propone el empleo de técnicas de simulación discreta que recrean el comportamiento del sistema de forma más

precisa (incluyendo la variabilidad) y acorde con la realidad, al incluir las interdependencias entre los principales componentes del sistema.

La simulación en sistemas de salud es un área, aunque nueva, muy activa en investigación en aspectos operativos de estos sistemas. Una de las primeras aplicaciones de la simulación en sistemas de salud se da hace más de 30 años. England y Roberts (1978), reportan el uso de 92 modelos y dan una idea de la historia de la simulación como enfoque de modelado de sistemas de cuidados de la salud y el esfuerzo para aplicar los modelos de simulación, a pesar de la limitación en los equipos de cómputo en dicha época. Sin embargo, parece que en los años 1960 y 1970, son pocos los estudios que informan de cualquier uso con éxito de los modelos y esto no significa que el flujo haya cesado. La simulación de eventos discretos es ampliamente usada en el modelamiento de sistemas de salud, siendo esta una de las herramientas y métodos usados en el análisis y mejora de sistemas de salud.

A primera vista, mucho de lo que hace tan atractivo el modelado de los sistemas de salud como una herramienta de análisis de decisiones en la atención de pacientes, es exactamente lo que crea barreras en algunos médicos y profesionales de la salud. El concepto de que las matemáticas pueden ser empleadas para modelar la realidad es difícil de comprender para el médico. Estos son entrenados fuertemente en las ciencias biológicas de las cuales la mayoría de las matemáticas son removidas. El primer paso en la desmitificación de los modelos a los ojos de los médicos es aclarar que estos modelos pueden ser simplemente para descomponer la realidad modelada en trozos pequeños y generar confort en soluciones de "súper-humanos" a los problemas "sencillos".

Se reconoce cada vez más que los sistemas de cuidados de la salud son complejos, con recursos limitados y muchas fuentes de interacciones de retroalimentación tanto positiva como negativa. La simulación de eventos discretos es una herramienta que acomoda fácilmente las cuestiones de planificación de la capacidad, la gestión del rendimiento y la interacción de recursos. Los sistemas de salud tienen características específicas para su modelamiento. En estos sistemas los tiempos de servicio son especialmente más largos que en otros sistemas de servicios, los clientes requieren ser identificados antes que el servicio sea provisto, pudiendo estos salir del sistema y retornar, y el costo generalmente es determinado después que el servicio es prestado. Al momento de modelar y simular sistemas de salud se encuentran barreras que se concentran en las partes interesadas, las herramientas utilizadas y la complejidad dada del sistema. Las barreras que presenta el modelamiento citadas en la literatura pueden ser categorizadas en tres clases de barreras: conflicto de intereses, falta de herramientas relevantes y expectativas no coincidentes.

El uso de modelos de simulación en la salud basado en herramientas de soporte a decisiones apunta a una cuestión fundamental, la salud es un campo complejo, que requiere un conocimiento detallado sobre:

- i) Fenómenos médicos, intervenciones y progresión sobre el tiempo.

- ii) Procesos organizacionales e inter-organizacionales que involucren entre otras cosas flujo de información y de pacientes.
- iii) Costos, reembolsos, reglas de capitación y relaciones entre costos y resultados en la salud.
- iv) El efecto de los incentivos y la información sobre el comportamiento de actor individual y el rendimiento general del sistema.

Entre las barreras naturales que se encuentran al momento de modelar y simular los sistemas de salud se cuenta entre otras que estos no tienen regla de parada (ya que generalmente operan 7x24), cada modelo es esencialmente único, cada problema es considerado un síntoma de otro problema y cada problema se puede explicar de diferentes maneras y esta explicación determina la naturaleza de la solución. Estos son algunos retos a los que se enfrentan los modeladores al momento de concebir un modelo que represente la realidad. La adopción de técnicas de modelamiento y simulación en los sistemas de salud se ven en aumento aunque en menor proporción que otros sectores como el sector de negocios, aeroespacial y el sector comercial. El sector salud se enfrenta a tres retos críticos en este sentido: el primero es la pregunta ¿el modelamiento y la simulación son suficientemente buenos?, el segundo es el vínculo del modelamiento con la toma de decisiones y el tercero es la cultura necesaria para sacar el mayor provecho del modelamiento y la simulación. Sobre los dos primeros aspectos se centra este trabajo.

Para que los profesionales de la medicina puedan comprender mejor los modelos, es necesario que vean a dichos modelos como sistemas simples de entrada-salida, así se facilita su comprensión y estos pueden ser utilizados con mayor frecuencia en los sistemas de salud como herramienta en toma de decisiones en diferentes áreas. Generalmente estos profesionales operan sistemas de salud que se caracterizan por su alta complejidad, en términos de volúmenes de datos y variables interdependientes. En estos casos es necesario contar con herramientas que ayudan a la toma de decisiones requerida por el sistema de salud estudiado. Desde el punto de vista del administrador de salud, la eficiencia se mide a menudo por el costo de proporcionar un determinado nivel de servicio. Los usuarios de los servicios de salud, por otro lado, además de exigir una buena calidad de servicio, desean una pronta atención.

En Colombia, las TI (Tecnologías de Información) en salud son incorporadas con progresivo éxito por parte de las organizaciones y entidades responsables de la salud pública. De hecho, en 2013 se lanza el SISPRO, Sistema Integral de Información de la Protección Social, el cual produce, organiza y estructura información con el fin de gestionar el conocimiento y divulgar resultados que permitan avanzar hacia mejores decisiones en salud, según lo expresa la Dirección de Epidemiología y Demografía - DED del Ministerio de Salud y Protección Social (MSPS). En un contexto real de una E.P.S. en el ámbito colombiano, es posible hoy gracias al empleo de TI mantener registro histórico de datos de varios años sobre servicios prestados, costos incurridos y caracterización de la población beneficiaria, por lo que se propone el modelo de decisión mostrado en la expresión (1) y cuyos componentes de E/S se describen en la Tabla 1, teniendo en cuenta que



la expresión (2) es la limitante de los porcentajes de servicios, la cual no debe superar el 100%, y la expresión (3) es condición del sistema donde las distribuciones porcentuales de los servicios no pueden ser menores a 0 ni mayores a 100. En el caso de servicios correspondientes a alto costo, estos son variables y comprenden patologías como cáncer, infección por VIH, grandes quemaduras, insuficiencia renal crónica, patologías del sistema nervioso central, patologías cardíacas, reemplazos auriculares, uso de unidad de cuidado intensivo entre otros y cuyo costo puede variar entre 1.000 USD y 10.000 USD. Los usuarios frecuentes son aquellos que en promedio en el año utilizan una significativa cantidad de servicios, mientras que los normales utilizan una menor cantidad, siendo los límites y la categorización de pacientes frecuentes/normales propios de cada E.P.S

$$y = f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9) \quad (1)$$

Dónde:

Variables	Descripción de la Variable
$x_1$	% de servicios correspondiente a Consulta médica Gral.
$x_2$	% de servicios correspondiente a Otros Ambulatorios
$x_3$	% de servicios correspondiente a Urgencias
$x_4$	% de servicios correspondiente a Hospitalario
$x_5$	% de servicios correspondiente a Partos y cesáreas
$x_6$	% de servicios correspondiente a Domiciliario
$x_7$	% de servicios correspondiente a Alto Costo
$x_8$	Numero de servicios correspondiente a un paciente frecuente
$x_9$	Numero de servicios correspondiente a un paciente normal
$y$	Variable respuesta, para el modelo representa los costos totales
$f(x_i)$	Modelo de predicción

*Ilustración 12 Antecedentes: Tabla 1. Componentes de entrada/salida del modelo de decisión en costo. Fuente: Modelo de Predicción de Costos en Servicios de Salud Soportado en Simulación Discreta Fecha: Abril de 2014*

$$\sum_{i=1}^7 x_i = 100 \quad (2)$$

$$0 > x_i < 100 \quad \{i \in N : 1 \leq i \leq 7\} \quad (3)$$

$$0 > x_i < Max \quad \{i \in N : 8 \leq i \leq 9\} \quad (4)$$

El desarrollo matemático de la función  $f$  expresada en (1) presenta grandes retos, si el sistema real que se está modelando no se comporta linealmente e incluye variables aleatorias, como es el caso de los sistemas de salud. Surge una pregunta importante en este punto: ¿Cómo representar apropiadamente un sistema de salud dada su alta interdependencia entre sus componentes y aleatoriedad, en pro de no perder realismo y poder medir algunas salidas de interés a partir de unos factores de entrada? En esta representación interesan tres componentes distintos: la entrada, el sistema y la respuesta. Para modelar un componente, se debe tener disponible o suponer el conocimiento acerca de dos de los tres. Si se conocen las ecuaciones que describen el comportamiento del sistema dinámico, entonces el problema directo es encontrar la respuesta del sistema para cada entrada determinada. De otro lado, si se conocen las ecuaciones que describen el sistema y se especifica o requiere una respuesta, el problema de encontrar las entradas necesarias para producir dicha respuesta es clasificado como un problema de control. El problema más difícil surge cuando se da un conjunto de entradas y salidas correspondientes de un sistema, y se tiene que derivar o encontrar una descripción matemática del sistema. Este último tipo de problema se conoce como el problema de identificación de la estructura. De lo anterior queda claro que el problema de modelar un sistema de salud puede caer en la categoría de identificación de la estructura, en la cual el proceso de prestación de servicios es estocástico, en razón a la indeterminación de la salida para una entrada dada.

Al aproximarse a la clase de modelos que se requiere para representar y dado por la expresión (1) se ha de considerar el modelamiento de sistemas complejos (como los de cuidados de la salud) mediante simulación si:

- i) No existe una formulación matemática del problema;
- ii) Las técnicas analíticas están disponibles, pero los procedimientos matemáticos son tan complejos y difíciles, que la simulación proporciona un método más simple de solución;
- iii) Se desea observar el comportamiento simulado del sistema sobre un periodo de tiempo;
- iv) Se requiere la aceleración del tiempo para sistemas que exigen de largo tiempo para realizarse.

Se plantea entonces un modelo soportado en simulación discreta como herramienta para la toma de decisiones respecto al costo de usar y asignar recursos en una unidad de servicios de salud. En dicho modelo se permite al usuario entrar dos valores (un mínimo y máximo) de las variables de decisión  $X_1, X_2, X_3, X_4, X_5, X_6, X_7, X_8, X_9$ , permitiéndole representar hasta 29 diversos escenarios posibles de estimación de costos.

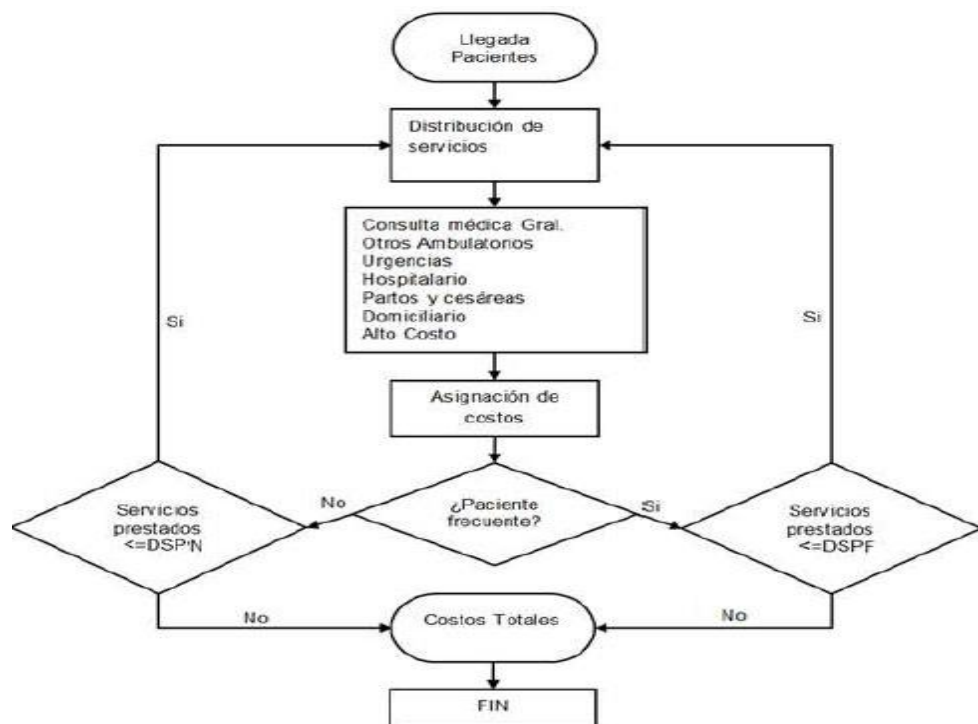
### **Desarrollo del modelo de apoyo a decisiones en costo de salud**

El modelo de soporte a decisiones desarrollado simula el comportamiento de los servicios prestados y la cantidad de servicios requerida por pacientes normales y frecuentes, por una E.P.S.

típica para un periodo de tiempo dado, y como resultado proporciona los costos asociados, según se muestra en la Figura 1.

El flujo en detalle, representado en la Figura 1 es el siguiente: por cada día del año se simula la llegada de pacientes; por cada paciente, el modelo muestrea el tipo de servicio según una distribución de probabilidad empírica, acorde al servicio se muestrea el costo del mismo y finalmente se clasifica el paciente como normal o frecuente empleando distribuciones de probabilidad uniformes a fin de determinar cuántos servicios utilizara este en el año, mediante los parámetros DSPN (distribución numero servicios paciente normal) y DSPF (distribución número de servicios paciente frecuente). Al terminar de simular el año, el modelo devuelve los costos totales.

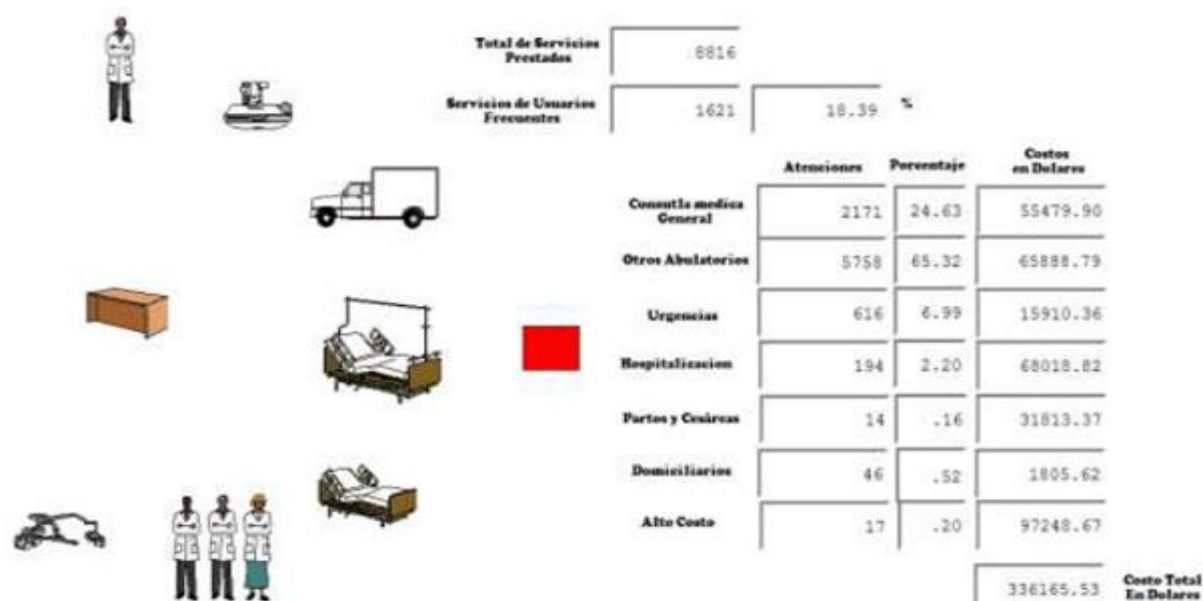
Para la simulación se utiliza el software MEDMODEL, el cual es un simulador con animación para computadoras personales, especializado en simulación de sistemas de salud. Una representación gráfica del modelo se muestra en la Figura 2.



*Ilustración 13 Antecedentes: Fig. 1. Diagrama del modelo de soporte a decisiones en costo.*

*Fuente: Modelo de Predicción de Costos en Servicios de Salud Soportado en Simulación Discreta*

*Fecha: Abril de 2014*



*Ilustración 14 Antecedentes: Fig. 2. Representación gráfica del modelo de simulación.*  
*Fuente: Modelo de Predicción de Costos en Servicios de Salud Soportado en Simulación Discreta*  
*Fecha: Abril de 2014*

El modelo de simulación que se desarrolla, dispone de una interfaz con el software Excel, mediante la cual el usuario puede establecer los valores para las variables de decisión: X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, X8, X9. Estos valores se proporcionan entre un mínimo y un máximo, pues el modelo los muestrea según una distribución de probabilidad uniforme.

Igualmente es posible con los resultados de costo, efectuar análisis de varianza (ANOVA) a fin de determinar estadísticamente que variables de decisión tienen un impacto importante en el costo. Dado el alto volumen de escenarios posibles (29), se sugiere emplear diseños fraccionados, según se considera en diseño experimental 2k.

## Resultados y Discusión

Con el fin de probar el modelo de simulación se utilizan datos reportados por el sector salud en Colombia, tanto a nivel nacional como a nivel de una E.P.S. en particular. Para simular los posibles valores de las variables de decisión X1, X2, X3, X4, X5, X6, X7, se emplean datos reportados por la ACEMI, los cuales corresponden a una distribución porcentual de los servicios prestados por las E.P.S. del régimen contributivo colombiano y una proyección al año 2013 de la tasa de servicios prestados, basada en índices de crecimiento demográfico, según se muestra en la Tabla 2.

Servicio	Porcentaje	Servicios	Costos Estimados
Consulta médica General	24,79%	47.925.350	1.068.155.408 USD
Otros Ambulatorios	64,99%	125.643.274	1.236.455.459 USD
Urgencias	7,17%	13.861.727	34.098.462 USD
Hospitalario	2,27%	4.396.709	1.386.315.323 USD
Partos y cesáreas	0,15%	288.629	641.678.261 USD
Domiciliario	0,45%	852.161	28.698.226 USD
Alto Costo	0,18%	353.392	1.819.516.017 USD
Total	100,00%	193.321.435	6.214.917.157 USD

*Ilustración 15 Antecedentes: Tabla 2. Datos proyectados de los servicios prestados en salud a 2013 por el régimen contributivo en Colombia, elaboración propia basados en Camacho Rojas (2011)*  
*Fuente: Modelo de Predicción de Costos en Servicios de Salud Soportado en Simulación Discreta*  
*Fecha: Abril de 2014*

Respecto a los datos requeridos para simular las variables de decisión X8 y X9 se emplean los reportados por la E.P.S. UNISALUD en su informe de gestión del 2012, en el cual se definen los usuarios frecuentes como aquellos usuarios que en promedio en el año utilizan entre 6 y 8 servicios y los pacientes normales hacen uso de 5 servicios o menos. Respecto a la cantidad de servicios prestados por año, UNISALUD reporta para el 2012 un total de 7910 servicios para una población aproximada de 1800 pacientes, según el mencionado informe.

Servicio	Costo por Servicio en USD
Consulta médica General	entre 21,82 USD y 26,67 USD
Otros Ambulatorios	entre 9,63 USD y 11,77 USD
Urgencias	entre 24,08 USD y 29,43 USD
Hospitalario	entre 308,73 USD y 377,34 USD
Partos y cesáreas	entre 2.176,87 USD y 2.660,62 USD
Domiciliario	entre 32,97 USD y 40,303 USD
Alto costo	entre 944,49 USD y 10.258,72 USD

*Ilustración 16 Antecedentes: Tabla 3. Costos unitarios por servicio de Salud proyectados a 2013. Elaboración propia basada en datos de la Superintendencia Nacional de Salud (2010)*  
*Fuente: Modelo de Predicción de Costos en Servicios de Salud Soportado en Simulación Discreta*  
*Fecha: Abril de 2014*

En relación con los datos requeridos para simular los costos por servicio, se emplean datos que reporta la Superintendencia de Servicios de Salud para el año 2010, y actualizados al año 2013 mediante el IPC (Índice de Precios al Consumidor) de 2011 y 2012, según se muestra en la Tabla 3 (Superintendencia Nacional de Salud, 2010). Dado que la Superintendencia de salud reporta valores promedios, se considera más real simularlos en un rango con variación del 10% respecto al promedio. Los servicios de alto costo dependen mucho de las patologías y por esto sus costos presentan un comportamiento aleatorio que va desde un valor mínimo de 944,49 USD para otras patologías y un valor máximo de 10.258,7195 USD para Unidad de Cuidados Intensivos, pasando por patologías como el VIH/Sida, las insuficiencias renales, cáncer entre otras.

Para simular el comportamiento de los costos totales de una típica E.P.S. colombiana y mostrar al lector las bondades del modelo de predicción propuesto, se plantean cuatro escenarios en los cuales se hace variar una vez cada variable, ver Tabla 4. El escenario 1 establece los niveles de las variables de decisión según la demanda proyectada en la Tabla 2 y número de servicios por paciente normal y frecuente según reporte de UNISALUD (2012), siendo este escenario el referente para la comparación de las respuestas que arroja el modelo frente a diferentes cambios en las variables de decisión. En el escenario 2, se realiza una variación en la distribución de los servicios, se mantuvo el resto de variables de decisión en condiciones normales de funcionamiento, según datos reportados por UNISALUD (2012) esto con el fin de comparar los datos proyectados para el año 2013 con una pequeña variación en los servicios prestados. Para el escenario 3 se conservan las distribuciones iniciales porcentuales de los servicios prestados, el cambio fundamental de este escenario con respecto al primero es el indicador de número de servicios año por paciente frecuente entre 11 y 15. Igualmente, en el escenario 4 se conservan las distribuciones iniciales porcentuales de los servicios prestados, el cambio fundamental de este escenario con respecto al primero es el indicador de número de servicios año por paciente normal entre 3 y 7.

Variables decisión	Descripción de la Variable	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3	Escenario 4
$x_1$	Consulta médica Gral.	24,8 %	30,00%	24,8 %	24,8 %
$x_2$	Otros Ambulatorios	64,99%	60,00%	64,99%	64,99%
$x_3$	Urgencias	7,17 %	5,00%	7,17 %	7,17 %
$x_4$	Hospitalario	2,27 %	2,50%	2,27 %	2,27 %
$x_5$	Partos y cesáreas	0,15 %	1,00%	0,15 %	0,15 %
$x_6$	Domiciliario	0,45 %	0,75%	0,44 %	0,44 %
$x_7$	Alto Costo	0,18 %	0,75%	0,18 %	0,18 %
$x_8$	Número servicios año paciente frecuente	Entre 8 y 10	Entre 8 y 10	Entre 11 y 15	Entre 8 y 10
$x_9$	Número servicios año paciente normal	Entre 3 y 7	Entre 3 y 7	Entre 3 y 10	Entre 3 y 7

*Ilustración 17 Antecedentes: Tabla 4. Escenarios de simulación*

*Fuente: Modelo de Predicción de Costos en Servicios de Salud Soportado en Simulación Discreta*

*Fecha: Abril de 2014*



Al experimentar mediante el modelo de simulación en cada escenario, en la Tabla 5 se muestra el costo total obtenido empleando la simulación para un periodo de tiempo de servicios de 1 año, y 10 réplicas en cada escenario simulado. Igualmente para propósitos de comparación se muestra en esta tabla adicionalmente el costo total empleando valores promedios (ver Tabla 3) de los servicios y sus respectivas variaciones respecto al valor simulado. Como puede apreciarse, la predicción del costo total para una pequeña E.P.S. mediante el empleo de promedios puede llegar a tener variaciones de más de 150 millones de pesos con respecto a la predicción con simulación y porcentualmente hasta del 8.7%. Esta variación puede representar una cantidad significativa de dinero, si por ejemplo, se simula una E.P.S. como Nueva E.P.S. que tiene aproximadamente 100 veces el tamaño de UNISALUD.

Escenario	Costo estimado por simulación	Numero de servicios prestados	Costo estimado por promedio	Variación en USD	Variación en %
1	336.166 USD	8.816	322.225 USD	13.941 USD	4,1
2	869.747 USD	8.816	794.207 USD	75.540 USD	8,7
3	183.774 USD	4.940	180.557 USD	3.217 USD	1,8
4	658.805 USD	18.293	668.610 USD	-9.805 USD	-1,5

*Ilustración 18 Antecedentes: Tabla 5. Predicción de costos totales*

*Fuente: Modelo de Predicción de Costos en Servicios de Salud Soportado en Simulación Discreta*

*Fecha: Abril de 2014*

Finalmente, el modelo desarrollado permite hacer análisis por comparación de escenarios de operación del sistema. Así por ejemplo, es de resaltar que al comparar el Escenario 1 con el Escenario 2 en la Tabla 5, se puede inferir que los servicios que influyen mayormente los costos son las enfermedades catastróficas que se asocian a servicios de alto costo, así un aumento de 4 veces la cantidad de servicios de alto costo representa un aumento de casi 3 veces los costos totales.

## **Conclusiones**

De los resultados expuestos, de su cálculo/análisis y discusión, se obtiene las siguientes conclusiones, sobre el modelo de predicción de costos en salud:

La cualidad más importante del modelo, es poder representar la alta variabilidad e interdependencia que los sistemas de cuidados de la salud exhiben en su operación. Como puede comprobarse, esta variabilidad se modela mediante el diseño de escenarios de operación en términos de variables de decisión, cuyos valores se establecen entre un mínimo y un máximo. Y la interdependencia se representa mediante un modelo de simulación discreta que mide el desempeño del sistema en términos de costo.

La aplicación del modelo se puede realizar fácilmente por una E.P.S. si esta mantiene registro informático histórico de datos de varios años sobre servicios prestados, costos incurridos y caracterización de la población beneficiaria. A partir del conocimiento de estos datos, el tomador de decisiones establece los escenarios de simulación más convenientes a sus propios objetivos.

Al realizar una prueba piloto del modelo en una E.P.S. típica y medir/comparar el costo simulado vs costo promediado, resulta que la predicción del costo total mediante el empleo de promedios puede llegar a tener altas variaciones en valor y porcentaje respecto a la predicción con simulación, dentro de intervalos estadísticamente aceptables.



### **3 - Desarrollo**

#### **3.1 - Estudio de Factores, Valores Iniciales y Rangos de Validez**

Se elabora una tabla con todas las variables del modelo a simular en las cuales se detalla: nombre de la misma, descripción, fórmula matemática, unidad de medición, valores iniciales, rango de validez y tipo (nivel, flujo, auxiliar o constante).

<b>Factor</b>	<b>Descripción</b>	<b>Formula</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor Inicial</b>	<b>Rango de Validez</b>	<b>Tipo</b>
Niños y niñas menores de 6 años CEB	Cantidad de Niños y niñas menores de 6 años residente en la provincia de Mendoza; BENEFICIARIOS CON COBERTURA EFECTIVA BASICA.	Natalidad + Nuevos Beneficiarios - "6 años" - Sin Cobertura 1	Persona	0	0-300000	Nivel
Niños y niñas menores de 6 años Sin CEB	Cantidad de Niños y niñas menores de 6 años residente en la provincia de Mendoza; BENEFICIARIOS SIN COBERTURA EFECTIVA BASICA.	Sin Cobertura 1 - "6 años Sin CEB"	Persona	0	0-300000	Nivel
Niños y niñas de 6 a 9 años CEB	Cantidad de Niños y niñas menores de 6 a 9 años, residente en la provincia de Mendoza; BENEFICIARIOS CON COBERTURA EFECTIVA BASICA.	"6 años" + Ingresos 6 a 9 años - "10 años" - Sin Cobertura 2	Persona	0	0-300000	Nivel
Niños y niñas de 6 a 9 años Sin CEB	Cantidad de Niños y niñas menores de 6 a 9 años, residente en la provincia de Mendoza; BENEFICIARIOS SIN COBERTURA EFECTIVA BASICA.	"6 años Sin CEB" + Sin Cobertura 2 - "10 años Sin CEB"	Persona	0	0-300000	Nivel
Adolescentes de 10 a 19 años CEB	Cantidad de Adolescente de 10 a 19 años residente en la provincia de Mendoza; BENEFICIARIOS CON COBERTURA EFECTIVA BASICA.	"10 años Sin CEB" + Sin Cobertura 3 - "20 años Sin CEB"	Persona	0	0-300000	Nivel
Adolescentes de 10 a 19 años Sin CEB	Cantidad de Adolescente de 10 a 19 años residente en la provincia de Mendoza; BENEFICIARIOS SIN COBERTURA EFECTIVA BASICA.	"10 años" + Ingresos 10 a 19 años - "20 años" - Sin Cobertura 3	Persona	0	0-300000	Nivel
Adultos de 20 a 64 años CEB	Cantidad de Adultos de 20 a 64 años residente en la provincia de Mendoza; BENEFICIARIOS CON COBERTURA	"20 años" + Ingresos 20 a 64 años - " Adultos +64 años" - Sin Cobertura 4	Persona	0	0-300000	Nivel

	EFFECTIVA BASICA.					
Adultos de 20 a 64 años Sin CEB	Cantidad de Adultos de 20 a 64 años residente en la provincia de Mendoza; BENEFICIARIOS SIN COBERTURA EFFECTIVA BASICA.	"20 años Sin CEB" + Sin Cobertura 4	Persona	0	0-300000	Nivel
Nuevos Beneficiarios	Promedio de nuevos BENEFICIARIOS.	IF THEN ELSE( Time=0 , Población Inicial 1 + "Ingreso 0-6" , "Ingreso 0-6" )	Persona/Year	0	0-300000	Flujo
Ingresos 6 a 9 años	Promedio de nuevos BENEFICIARIOS.	IF THEN ELSE( Time=0 , Población Inicial 2 + "Ingreso 6-9" , "Ingreso 6-9" )	Persona/Year	0	0-300000	Flujo
Ingresos 10 a 19 años	Promedio de nuevos BENEFICIARIOS.	IF THEN ELSE( Time=0 , Población Inicial 3 + "Ingreso 10-19" , "Ingreso 10-19" )	Persona/Year	0	0-300000	Flujo
Ingresos 20 a 64 años	Promedio de nuevos BENEFICIARIOS.	IF THEN ELSE( Time=0 , Población Inicial 4 + "Ingreso 20-64" , "Ingreso 20-64" )	Persona/Year	0	0-300000	Flujo
Natalidad	Promedio de embarazos.	IF THEN ELSE( Time > 0 , IF THEN ELSE( Adolescentes de 10 a 19 años CEB > 0 , ( Adolescentes de 10 a 19 años CEB * Tasa Adolescentes embarazadas ) , 0 ) + IF THEN ELSE(Adultos de 20 a 64 años CEB > 0 , (Adultos de 20 a 64 años CEB * Tasa Mujeres embarazadas ) , 0 ) , 0 )	Persona/Year	0	0-300000	Flujo
Tasa Adolescentes embarazadas	Promedio de beneficiarias embarazadas de 10 a 19 años.	Constante	1/Year	0,015	0-1	Cte

Tasa Mujeres embarazadas	Promedio de beneficiarias embarazadas de 20 a 64 años.	Constante	1/Year	0,046	0-1	Cte
Población Inicial 1	BENEFICIARIOS de 0 a 5 años.	Constante	Persona	93.919	0-500000	Cte
Población Inicial 2	BENEFICIARIOS 6 a 9 años.	Constante	Persona	51.814	0-500000	Cte
Población Inicial 3	BENEFICIARIOS de 10 a 19 años.	Constante	Persona	120.069	0-500000	Cte
Población Inicial 4	BENEFICIARIOS de 20 a 64 años.	Constante	Persona	198.938	0-500000	Cte
Tasa Ingresos 0 a 5 años	Promedio de nuevos beneficiarios.	Tasa Ingresos 1 + "Tasa C/A Ingreso"	1/Year	0,006	0-1	Aux
Tasa Ingresos 6 a 9 años	Promedio de nuevos beneficiarios.	Tasa Ingresos 2 + "Tasa C/A Ingreso"	1/Year	0,018	0-1	Aux
Tasa Ingresos 10 a 19 años	Promedio de nuevos beneficiarios.	Tasa Ingresos 3 + "Tasa C/A Ingreso"	1/Year	0,042	0-1	Aux
Tasa Ingresos 20 a 64 años	Promedio de nuevos beneficiarios.	Tasa Ingresos 4 + "Tasa C/A Ingreso"	1/Year	0,048	0-1	Aux
Tasa Ingreso 1	Promedio de nuevos beneficiarios de 0 a 5, que no poseen cobertura explícita de salud.	Constante	1/Year	0,010	0-1	Cte
Tasa Ingreso 2	Promedio de nuevos beneficiarios de 6 a 9 años, que no poseen cobertura explícita de salud.	Constante	1/Year	0,018	0-1	Cte
Tasa Ingreso 3	Promedio de nuevos beneficiarios de 10 a 19 años, que no poseen cobertura explícita de salud.	Constante	1/Year	0,042	0-1	Cte
Tasa Ingreso 4	Promedio de nuevos beneficiarios de 20 a 64 años, que no poseen cobertura explícita de salud.	Constante	1/Year	0,048	0-1	Cte

Ingreso 0-6	Población Sin Cobertura Médica.	IF THEN ELSE( Población Sin Cobertura Médica > 0 , ( Población Sin Cobertura Médica * Tasa Ingresos 0 a 5 años ) , 0 )	Persona/Year		0-300000	Flujo
Ingreso 6-9	Población Sin Cobertura Médica que pasa a ser Beneficiario	IF THEN ELSE( Población Sin Cobertura Médica > 0 , ( Población Sin Cobertura Médica * Tasa Ingresos 6 a 9 años ) , 0 )	Persona/Year		0-300000	Flujo
Ingreso 10-19	Población Sin Cobertura Médica que pasa a ser Beneficiario	IF THEN ELSE( Población Sin Cobertura Médica > 0 , ( Población Sin Cobertura Médica * Tasa Ingresos 10 a 19 años ) , 0 )	Persona/Year		0-300000	Flujo
Ingreso 20-64	Población Sin Cobertura Médica que pasa a ser Beneficiario.	IF THEN ELSE( Población Sin Cobertura Médica > 0 , ( Población Sin Cobertura Médica * Tasa Ingresos 20 a 64 años ) , 0 )	Persona/Year		0-300000	Flujo
Población Sin Cobertura Médica	Personas que no poseen ningún tipo de cobertura explícita de salud en la provincia de Mendoza.	( Población Sin Cobertura Médica * Crecimiento anual ) - "Ingreso 0-6" - "Ingreso 6-9" - "Ingreso 10-19" - "Ingreso 20-64"	Persona	68.348	0-300000	Nivel
Crecimiento anual	Crecimiento anual de la población sin cobertura explícita de salud en la provincia de Mendoza.	Tasa Población	1/Año	0,02	0-1	Flujo
Tasa Población	Valor promedio de crecimiento anual de la población sin cobertura explícita de salud en la provincia de Mendoza.	Constante	1/Year	0,02	0-1	Cte

6 años	Proporción de personas que abandonan el estado anterior por superar la cobertura etaria del mismo.	IF THEN ELSE( Time > 1 , IF THEN ELSE( Niños y niñas menores de 6 años CEB > 0 , DELAY1( Natalidad , 6 ) + DELAY1( Nuevos Beneficiarios , RANDOM UNIFORM( 1 , 6 , 0)) , 0 ) , 0 )	Persona/Year	0	0-300000	Flujo
6	Proporción de personas que abandonan el estado anterior por superar la cobertura etaria del mismo.	IF THEN ELSE( Time > 1 , IF THEN ELSE( Niños y niñas menores de 6 años CEB > 0 , Niños y niñas menores de 6 años CEB * Tasa 6 años , 0 ) , 0 )	Persona/Year		0-300000	Flujo
10 años	Proporción de personas que abandonan el estado anterior por superar la cobertura etaria del mismo.	IF THEN ELSE( Time > 1 , IF THEN ELSE( Niños y niñas de 6 a 9 años CEB > 0 , DELAY1( Ingresos 6 a 9 años , RANDOM UNIFORM( 6 , 9 , 0 ) ) , 0 ) , 0 )	Persona/Year	0	0-300000	Flujo
10	Proporción de personas que abandonan el estado anterior por superar la cobertura etaria del mismo.	IF THEN ELSE( Time > 1 , IF THEN ELSE( Niños y niñas de 6 a 9 años CEB > 0 , Niños y niñas de 6 a 9 años CEB * Tasa 10 años , 0 ) , 0 )	Persona/Year		0-300000	Flujo
20 años	Proporción de personas que abandonan el estado anterior por superar la cobertura etaria del mismo.	IF THEN ELSE( Time > 1 , IF THEN ELSE( Adolescentes de 10 a 19 años CEB > 0 , DELAY1( Ingresos 10 a 19 años , RANDOM UNIFORM( 10 , 19 , 0 ) ) , 0 ) , 0 )	Persona/Year	0	0-300000	Flujo

20	Proporción de personas que abandonan el estado anterior por superar la cobertura etaria del mismo.	IF THEN ELSE( Time > 1 , IF THEN ELSE( Adolescentes de 10 a 19 años CEB > 0 , Adolescentes de 10 a 19 años CEB * Tasa 20 años , 0 ) , 0 )	Persona/Year		0-300000	Flujo
Adultos +64 años	Personas que exceden la cobertura etaria.	IF THEN ELSE( Time > 1 , IF THEN ELSE(Adultos de 20 a 64 años CEB > 0 , DELAY1( Ingresos 20 a 64 años , RANDOM UNIFORM( 20, 64 , 0 ) + (Adultos de 20 a 64 años Sin CEB * Tasa 64 años ) ) , 0 ) , 0 )	Persona/Year	0	0-300000	Flujo
64	Proporción de personas que abandonan el estado anterior por superar la cobertura etaria del mismo.	IF THEN ELSE( Time > 1 , IF THEN ELSE(Adultos de 20 a 64 años CEB > 0 , Adultos de 20 a 64 años CEB * "Tasa +64 años" , 0 ) , 0 )	Persona/Year		0-300000	Flujo
Tasa +64 años	Promedio de beneficiarios mayores a 64 años.	Constante	1/Year	0,023	0-1	Cte
Sin Cobertura 1	Proporción de niños/niñas hasta 6 años, que dejan de tener CEB.	IF THEN ELSE( Niños y niñas menores de 6 años CEB > 0 , Niños y niñas menores de 6 años CEB * "Tasa Sin CEB 0-5" , 0 )	Persona/Year	0	0-300000	Flujo
Sin Cobertura 2	Proporción de niños/niñas de 6 a 9 años, que dejan de tener CEB.	IF THEN ELSE( Niños y niñas de 6 a 9 años CEB > 0 , Niños y niñas de 6 a 9 años CEB * "Tasa Sin CEB 6-9" , 0 )	Persona/Year	0	0-300000	Flujo

Sin Cobertura 3	Proporción de adolescentes de 10 a 19 años, que dejan de tener CEB.	IF THEN ELSE( Adolescentes de 10 a 19 años CEB > 0 , Adolescentes de 10 a 19 años CEB * "Tasa Sin CEB 10-19" , 0 )	Persona/Year	0	0-300000	Flujo
Sin Cobertura 4	Proporción de adultos de 20 a 64 años, que dejan de tener CEB.	IF THEN ELSE(Adultos de 20 a 64 años CEB > 0 , Adultos de 20 a 64 años CEB * "Tasa Sin CEB 20-64" , 0 )	Persona/Year	0	0-1	Flujo
Tasa Sin CEB 0-5	Promedio de beneficiarios menores de 6 años que perdieron su Cobertura Efectiva Básica por no realizarse al menos una prestación de salud durante un año.	Tasa Sin CEB 1 + "Tasa C/A Sin CEB"	1/Year	0,518	0-1	Aux
Tasa Sin CEB 6-9	Promedio de beneficiarios de 6 a 9 años que perdieron su Cobertura Efectiva Básica por no realizarse al menos una prestación de salud durante un año.	Tasa Sin CEB 2 + "Tasa C/A Sin CEB"	1/Year	0,869	0-1	Aux
Tasa Sin CEB 10-19	Promedio de beneficiarios de 10 a 19 años que perdieron su Cobertura Efectiva Básica por no realizarse al menos una prestación de salud durante un año.	Tasa Sin CEB 3 + "Tasa C/A Sin CEB"	1/Year	0,8	0-1	Aux
Tasa Sin CEB 20-64	Promedio de beneficiarios de 20 a 64 años que perdieron su Cobertura Efectiva Básica por no realizarse al menos una prestación de salud durante un año.	Tasa Sin CEB 4 + "Tasa C/A Sin CEB"	1/Year	0,743	0-1	Aux
Tasa Sin CEB 1	Promedio de beneficiarios menores de 6 años que perdieron su Cobertura Efectiva Básica por no realizarse al menos una prestación de salud durante un año.	Constante	1/Year	0,36	0-1	Cte



Tasa Sin CEB 2	Promedio de beneficiarios de 6 a 9 años que perdieron su Cobertura Efectiva Básica por no realizarse al menos una prestación de salud durante un año.	Constante	1/Year	0,62	0-1	Cte
Tasa Sin CEB 3	Promedio de beneficiarios de 10 a 19 años que perdieron su Cobertura Efectiva Básica por no realizarse al menos una prestación de salud durante un año.	Constante	1/Year	0,60	0-1	Cte
Tasa Sin CEB 4	Promedio de beneficiarios de 20 a 64 años que perdieron su Cobertura Efectiva Básica por no realizarse al menos una prestación de salud durante un año.	Constante	1/Year	0,62	0-1	Cte
6 años Sin CEB	Proporción de personas que abandonan el estado anterior por superar la cobertura etaria del mismo.	IF THEN ELSE( Niños y niñas menores de 6 años Sin CEB > 0 , Niños y niñas menores de 6 años Sin CEB * Tasa 6 años , 0 )	Persona/Year		0-300000	Flujo
10 años Sin CEB	Proporción de personas que abandonan el estado anterior por superar la cobertura etaria del mismo.	IF THEN ELSE( Niños y niñas de 6 a 9 años Sin CEB > 0 , Niños y niñas de 6 a 9 años Sin CEB * Tasa 10 años , 0 )	Persona/Year		0-300000	Flujo
20 años Sin CEB	Proporción de personas que abandonan el estado anterior por superar la cobertura etaria del mismo.	IF THEN ELSE( Adolescentes de 10 a 19 años Sin CEB > 0 , Adolescentes de 10 a 19 años Sin CEB * Tasa 20 años , 0 )	Persona/Year		0-300000	Flujo
Tasa 6 años	Promedio de beneficiarios con 6 años.	Constante	1/Year	0,2	0-1	Cte

Tasa 10 años	Promedio de beneficiarios con 10 años.	Constante	1/Year	0,333	0-1	Cte
Tasa 20 años	Promedio de beneficiarios con 20 años.	Constante	1/Year	0,111	0-1	Cte
Tasa C/A Ingreso	Relación entre la Tasa de Ingresos influenciado por las capacitaciones realizadas a los efectores.	"Capacitación/Auditoria"	1/Year		0-1	Looku p
Tasa C/A Sin CEB	Relación entre la Tasa Sin CEB influenciado por las capacitaciones realizadas a los efectores	"Capacitación/Auditoria"	1/Year		0-1	Looku p
Capacitación/Auditoria	Relación entre las inversiones de los efectores con capacitaciones y auditorias médicas y contables, realizadas a los efectores de salud.	IF THEN ELSE( Consultores > 0 , Consultores * ( "Tasa Cap/Aud" + ( "Tasa Cap/Aud" * Inversión vs Capacitación ) ) , 0 )	Capacitación /Year		0-10000	Flujo
Consultores	Profesionales contratados para capacitación a Efectores en Reporte de prestaciones sanitarias y Utilización de Fondos económicos.	IF THEN ELSE( "Capacitación/Auditoria" <= 2178 , 0 , Consultores + 1 )	Persona	9	0-30	Nivel
Contratos	Contratos dispone para la contratación de Profesionales.	Constante	Persona	9	0-30	Cte
Tasa Cap/Aud	Promedio de capacitaciones, auditorias medicas y contables, realizadas a los efectores de salud en un año. Por cada Consultor.	Constante	Capacitación/Y ear	169,778	0-209	Cte
Inversión vs Capacitación	Influencia de las Inversiones sobre las capacitaciones/auditorías realizadas a los efectores de salud.	Inversión	(\$*Capacitació n)/Year		0-50000000	Looku p

Ingreso prestacional	Promedio del ingreso económico a los efectores de salud por cada prestación realizada y reportada.	( ( Niños y niñas menores de 6 años CEB + Niños y niñas de 6 a 9 años CEB + Adolescentes de 10 a 19 años CEB + Adultos de 20 a 64 años CEB ) * Tasa prestacional ) * Costo Prestación	\$/Year	0	0-50000000	Flujo
Costo prestación	Valor promedio del Ingreso económico de Prestaciones Médicas bonificadas.	Constante	\$	27,2	5-10000	Cte
Tasa prestacional	Promedio de prestaciones realizadas y reportadas por los efectores.	Constante	1/Year	0,510	0-1	Cte
Fondo Económico Efector	Promedio económico con que cuentan los Efectores del Salud para su utilización.	Ingreso prestacional – Inversión	\$	1.586.218,204	0-50000000	Nivel
Inversión	Promedio del Fondo económico de los efectores destinados a mejorar la calidad en las atención primaria de la salud.	IF THEN ELSE( Fondo Económico Efector > 0 , Fondo Económico Efector * Tasa Inversión , 0 )	\$/Year	1.036.853,323	0-50000000	Flujo
Tasa de Inversión	Promedio del Fondo económico de los efectores destinados a Inversiones - Locación de Servicios y/o Obras - Incentivos - Capacitación - Mantenimiento – Insumos.	Constante	1/Year	0,654	0-1	Cte
Fondos Invertidos	Promedio del Fondo económico utilizados para mejorar la calidad en las atención primaria de la salud.	Inversión	\$	1.036.853,323	0-50000000	Nivel

### 3.1.1 - Relación entre factores

- Niños y niñas menores de 6 años CEB<sup>10</sup>, Niños y niñas menores de 6 años Sin CEB, Niños y niñas de 6 a 9 años CEB, Niños y niñas de 6 a 9 años Sin CEB, Adolescentes de 10 a 19 años CEB, Adolescentes de 10 a 19 años Sin CEB, Adultos de 20 a 64 años CEB, Adultos de 20 a 64 años Sin CEB, son Beneficiarios de al menos una prestación medica.
- Ingreso prestacional y Fondo Económico Efector<sup>11</sup>, es la cantidad de prestaciones realizadas y pagadas a beneficiarios con cobertura.
- Fondos invertidos, es la cantidad de dinero invertido por los establecimientos de salud con los fondos ingresados de las prestaciones reportadas al Ministerio de Salud.
- Consultores, son Profesionales, responsables de las capacitaciones y auditorías médicas y contables, realizadas a los establecimientos de salud.
- Población Sin Cobertura Médica, es cantidad de individuos de la provincia de Mendoza que no posee ninguna cobertura explicita de salud.
- Inversión vs Capacitación, es la relación entre la inversión realizada por los establecimientos de salud y el incremento que esta representa al área de capacitación y auditoria.
- Tasa C/A Ingreso, es la relación entre la cantidad de Capacitaciones y auditorias que incrementan los ingresos de beneficiarios.
- Tasa C/A Sin CEB, es la relación entre la cantidad de Capacitaciones y auditorias que reducen los beneficiarios sin cobertura.

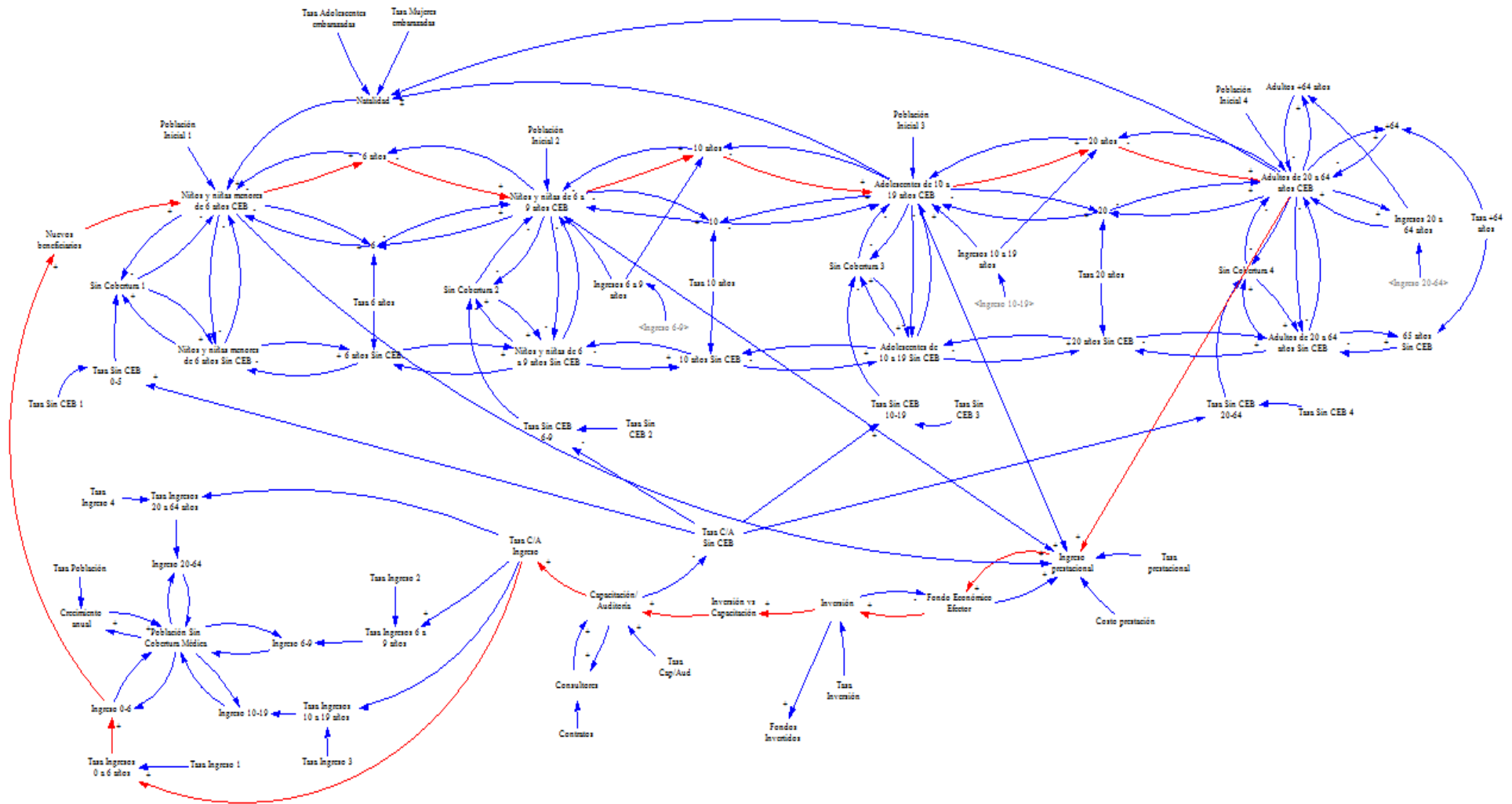
### 3.2 - Diagrama Causal

El diagrama causal ilustra la estructura del sistema, en él, aparecen representados todos los elementos que componen el modelo y sus relaciones.

---

<sup>10</sup> CEB: Cobertura Efectiva Básica; es toda persona que recibe al menos una prestación de salud en un año.

<sup>11</sup> Efector: Establecimiento de salud público.



*Ilustración 19 Simulación - Diagrama Causal. Fecha: Abril de 2015*

### 3.2.1 - Lazos y su comportamiento

#### Lazo más grande (en rojo)

Nuevos beneficiarios – Niños y niñas menores de 6 años CEB – 6 años– Niños y niñas de 6 a 9 años CEB – 10 años – Adolescentes de 10 a 19 años CEB – 20 años – Adultos de 20 a 64 años - Ingreso prestacional – Fondo Económico Efector – Inversión - Inversión vs Capacitación – Capacitación/Auditoria – Tasa C/A Ingreso – Tasa Ingresos 0 a 6 años – Ingreso 0-6 – Nuevos beneficiarios.

Lazo de Refuerzo o de Realimentación Positiva.

Cuanto más Nuevos beneficiarios reciben una prestación médica, más cantidad de Niños y niñas menores de 6 años CEB tiene su control de salud. A mayor cantidad de Niños y niñas menores de 6 años CEB, mayor cantidad cumplen 6 años, por lo que hay más Niños y niñas de 6 a 9 años CEB, a mayor cantidad de este grupo etario, más niños cumplen 10 años, habiendo más Adolescentes de 10 a 19 años CEB, lo que conlleva a que aumenten quienes cumplen 20 años, a más cantidad de beneficiarios con 20 años, hay más Adultos de 20 a 64 años. A mayor cantidad de beneficiarios con CEB, mayor es el Ingreso prestacional, aumentando el Fondo Económico Efector, a mayor fondo económico, más Inversión se realiza, aumentando la relación Inversión vs Capacitación necesaria, que influye en más Capacitación/Auditoria, lo que conlleva un aumento en la Tasa C/A Ingreso influyendo positivamente en la Tasa Ingresos 0 a 6 años, lo que aumenta el Ingreso 0-6, habiendo más Nuevos beneficiarios.

#### Alternativa del Lazo más grande (en verde y negro)

Niños y niñas menores de 6 años CEB – 6 años– Niños y niñas de 6 a 9 años CEB – 10 años – Adolescentes de 10 a 19 años CEB – 20 años – Adultos de 20 a 64 años – Natalidad – Niños y niñas menores de 6 años CEB.

Niños y niñas menores de 6 años CEB – 6 años– Niños y niñas de 6 a 9 años CEB – 10 años – Adolescentes de 10 a 19 años CEB– Natalidad – Niños y niñas menores de 6 años CEB.

Lazo de Refuerzo o de Realimentación Positiva.

Cuanto más Nuevos beneficiarios reciben una prestación medica, mayor cantidad de Niños y niñas menores de 6 años CEB hay, a mayor cantidad de Niños y niñas de 6 años CEB más beneficiarios cumplen 6 años por lo que hay más Niños y niñas de 6 a 9 años CEB, a mayor cantidad de este grupo etario, más niños cumplen 10 años, habiendo más Adolescentes de 10 a 19 años CEB, lo que conlleva a que mayor cantidad con 20 años, a más cantidad de beneficiarios con

20 años, más Adultos de 20 a 64 años hay, a mayor cantidad de mujeres embarazadas en estos últimos 2 niveles etarios, mayor es la Natalidad, aumentando así los Nuevos beneficiarios.

Niños y niñas menores de 6 años CEB – Sin Cobertura 1 - Niños y niñas menores de 6 años Sin CEB - Niños y niñas menores de 6 años CEB.

Niños y niñas de 6 a 9 años CEB – Sin Cobertura 2 - Niños y niñas de 6 a 9 años Sin CEB - Niños y niñas de 6 a 9 años CEB.

Adolescentes de 10 a 19 años CEB – Sin Cobertura 3 - Adolescentes de 10 a 19 años Sin CEB - Adolescentes de 10 a 19 años CEB.

Adultos de 20 a 64 años CEB – Sin Cobertura 4 - Adultos de 20 a 64 años Sin CEB - Adultos de 20 a 64 años CEB

Lazo de Compensación o de Realimentación Negativa.

A mayor cantidad de: Niños y niñas menores de 6 años CEB / Niños y niñas de 6 a 9 años CEB / Adolescentes de 10 a 19 años CEB o Adultos de 20 a 64 años CEB, menor es la cantidad de beneficiarios Sin Cobertura 1/2/3 o 4, a mayor cantidad de beneficiarios con Sin Cobertura 1/2/3 o 4, más beneficiarios Niños y niñas menores de 6 años Sin CEB / Niños y niñas de 6 a 9 años Sin CEB / Adolescentes de 10 a 19 años Sin CEB o Adultos de 20 a 64 años Sin CEB, y a mayor beneficiario sin CEB menos es la cantidad de beneficiarios Niños y niñas menores de 6 años CEB / Niños y niñas de 6 a 9 años CEB / Adolescentes de 10 a 19 años CEB o Adultos de 20 a 64 años CEB.

Nuevos beneficiarios – Niños y niñas menores de 6 años CEB - Ingreso prestacional – Fondo Económico Efector – Inversión - Inversión vs Capacitación – Capacitación/Auditoria – Tasa C/A Ingreso – Tasa Ingresos 0 a 6 años – Ingreso 0-6 – Nuevos beneficiarios.

Nuevos beneficiarios – Niños y niñas menores de 6 años CEB – 6 años– Niños y niñas de 6 a 9 años CEB - Ingreso prestacional – Fondo Económico Efector – Inversión - Inversión vs Capacitación – Capacitación/Auditoria – Tasa C/A Ingreso – Tasa Ingresos 0 a 6 años – Ingreso 0-6 – Nuevos beneficiarios.

Nuevos beneficiarios – Niños y niñas menores de 6 años CEB – 6 años– Niños y niñas de 6 a 9 años CEB – 10 años – Adolescentes de 10 a 19 años CEB - Ingreso prestacional – Fondo Económico Efector – Inversión - Inversión vs Capacitación – Capacitación/Auditoria – Tasa C/A Ingreso – Tasa Ingresos 0 a 6 años – Ingreso 0-6 – Nuevos beneficiarios.

Lazo de Refuerzo o de Realimentación Positiva.

Cuanto más Nuevos beneficiarios reciben una prestación medica, más cantidad de Niños y niñas menores de 6 años CEB, Niños y niñas de 6 a 9 años CEB, Adolescentes de 10 a 19 años CEB hay. A mayor cantidad de beneficiarios con CEB mayor es el Ingreso prestacional aumentando

el Fondo Económico Efector, a mayor fondo económico, hay más Inversión aumentando la relación Inversión vs Capacitación necesaria, influyendo sobre la Capacitación/Auditoria lo que conlleva un aumento en la Tasa C/A Ingreso influyendo positivamente en la Tasa Ingresos 0 a 6 años, por lo que aumenta el Ingreso 0-6 aumentando así los Nuevos beneficiarios.

Niños y niñas de 6 a 9 años CEB - Ingreso prestacional – Fondo Económico Efector – Inversión - Inversión vs Capacitación – Capacitación Auditoria – Tasa C/A Ingreso – Tasa Ingresos 6 a 9 años – Ingreso 6-9 - Ingresos 6 a 9 años - Niños y niñas de 6 a 9 años CEB.

Adolescentes de 10 a 19 años CEB - Ingreso prestacional – Fondo Económico Efector – Inversión – Inversión vs Capacitación – Capacitación Auditoria – Tasa C/A Ingreso – Tasa Ingresos 10 a 19 años – Ingreso 10-19 – Ingresos 10 a 19 años - Adolescentes de 10 a 19 años CEB.

Adultos de 20 a 64 años CEB - Ingreso prestacional – Fondo Económico Efector – Inversión – Inversión vs Capacitación – Capacitación Auditoria – Tasa C/A Ingreso – Tasa Ingresos 20 a 64 años – Ingreso 20-64 – Ingresos 20 a 64 años - Adultos de 20 a 64 años CEB.

Lazo de Refuerzo o de Realimentación Positiva.

Cuanto mayor es la cantidad de Niños y niñas de 6 a 9 años CEB, Adolescentes de 10 a 19 años CEB y Adultos de 20 a 64 años CEB más aumenta el Ingreso prestacional aumentando el Fondo Económico Efector, a mayor fondo económico más Inversión se realiza, aumentando la relación Inversión vs Capacitación necesaria que influye aumentando la Capacitación/Auditoria, lo que conlleva un aumento en la Tasa C/A Ingreso influyendo positivamente en las Tasa Ingresos de los grupos etareos, aumentando sus Ingresos por lo que hay más Niños y niñas de 6 a 9 años CEB, Adolescentes de 10 a 19 años CEB y Adultos de 20 a 64 años CEB.

Niños y niñas menores de 6 años CEB - Ingreso prestacional – Fondo Económico Efector – Inversión - Inversión vs Capacitación – Capacitación Auditoria – Tasa C/A Sin CEB – Tasa Sin CEB 0-6 – Sin Cobertura 1 - Niños y niñas menores de 6 años CEB.

Niños y niñas de 6 a 9 años CEB - Ingreso prestacional – Fondo Económico Efector – Inversión - Inversión vs Capacitación – Capacitación Auditoria – Tasa C/A Sin CEB – Tasa Sin CEB 6-9 – Sin Cobertura 2 - Niños y niñas de 6 a 9 años CEB.

Adolescentes de 10 a 19 años CEB - Ingreso prestacional – Fondo Económico Efector – Inversión – Inversión vs Capacitación – Capacitación Auditoria – Tasa C/A Sin CEB – Tasa Sin CEB 6-9 – Sin Cobertura 3 - Adolescentes de 10 a 19 años CEB.

Adultos de 20 a 64 años CEB - Ingreso prestacional – Fondo Económico Efector – Inversión – Inversión vs Capacitación – Capacitación Auditoria – Tasa C/A Sin CEB – Tasa Sin CEB 6-9 – Sin Cobertura 4 - Adultos de 20 a 64 años CEB.

Lazo de Compensación o de Realimentación Negativa.



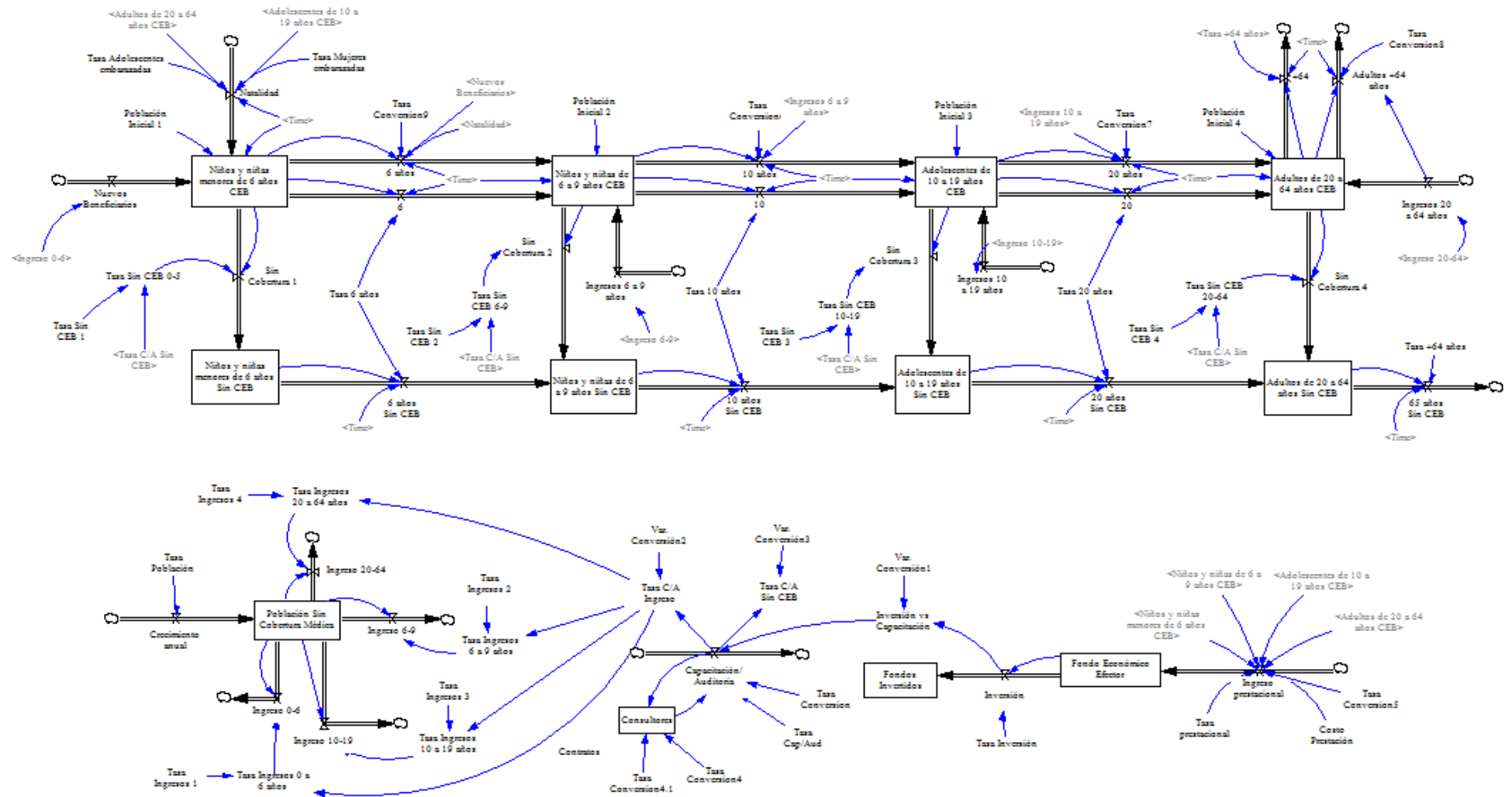
A mayor cantidad de Niños y niñas menores de 6 años CEB, Niños y niñas de 6 a 9 años CEB, Adolescentes de 10 a 19 años CEB y Adultos de 20 a 64 años CEB mayor es el Ingreso prestacional aumentando el Fondo Económico Efector y las Inversiones, lo cual aumenta la relación Inversión vs Capacitación, influyendo sobre la Capacitación/Auditoria lo que conlleva una disminución en la Tasa C/A Sin CEB reduciendo las Tasa Sin CEB 0 a 6 años, Tasa Sin CEB 6 a 9 años, Tasa Sin CEB 10 a 19 años, Tasa Sin CEB 20 a 64 años, y a menores tasa Sin CEB menos beneficiarios Sin Cobertura 1,2,3 y 4, a menos beneficiarios sin cobertura mayor es la cantidad de Niños y niñas menores de 6 años CEB, Niños y niñas de 6 a 9 años CEB, Adolescentes de 10 a 19 años CEB y Adultos de 20 a 64 años CEB.

### **Variables exógenos del sistema.**

Población Sin Cobertura Médica y Contrato

### **3.3 - Diagrama de Flujo**

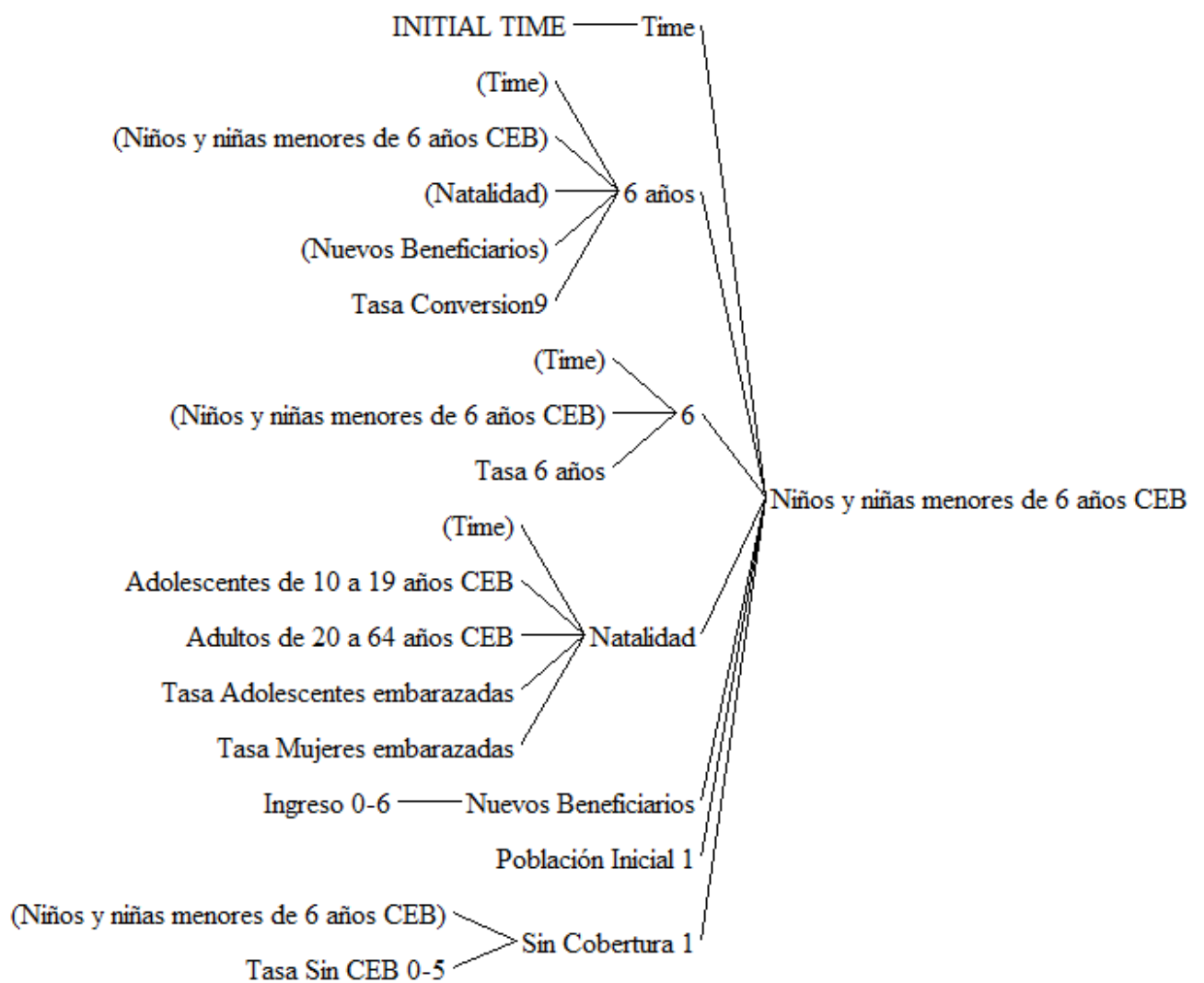
El gráfico que se muestra a continuación, expresa las interrelaciones del sistema mediante el denominado “Diagrama de Flujos”. El mismo, permite “comprender” las relaciones y sus sentidos.

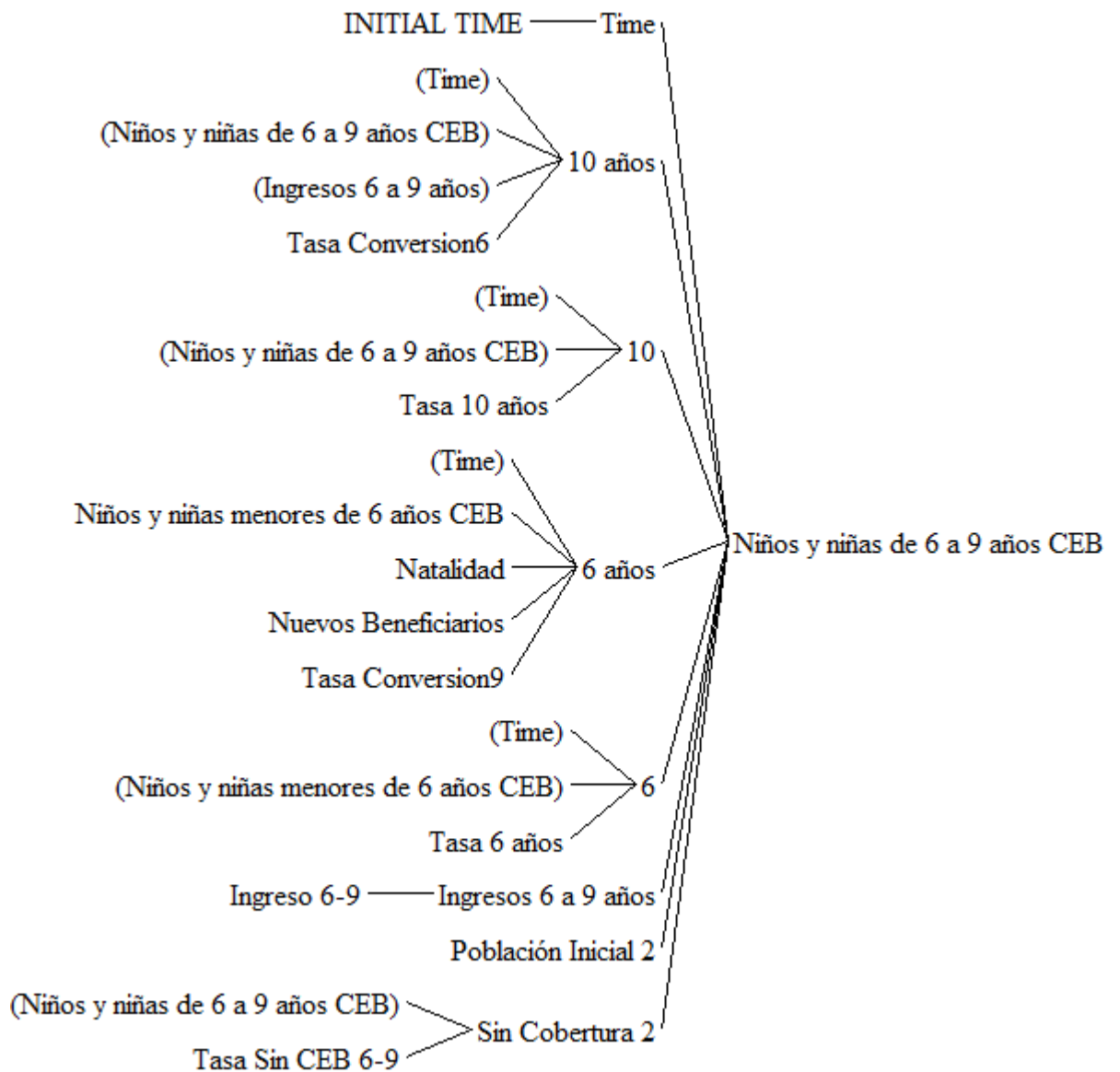
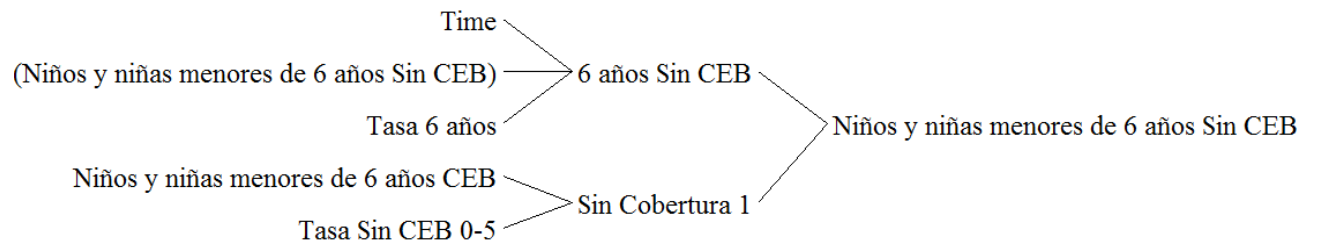


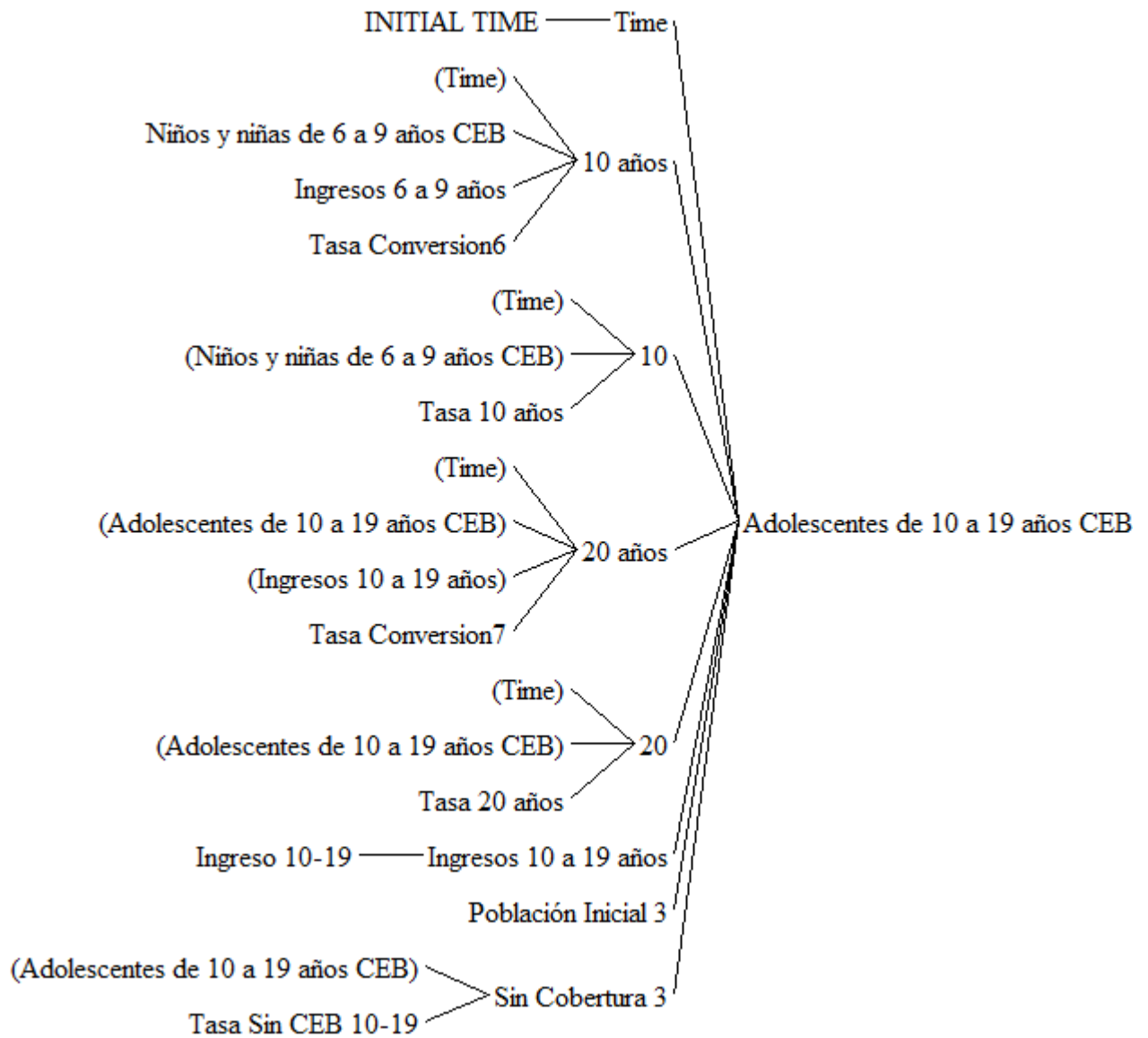
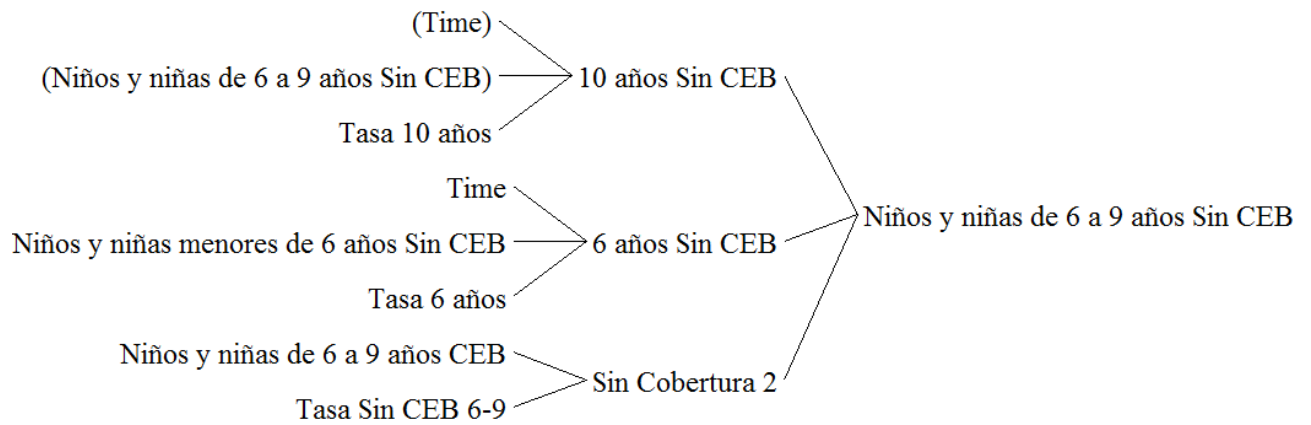
*Ilustración 20 Simulación - Diagrama de Flujo. Fecha: Abril de 2015*

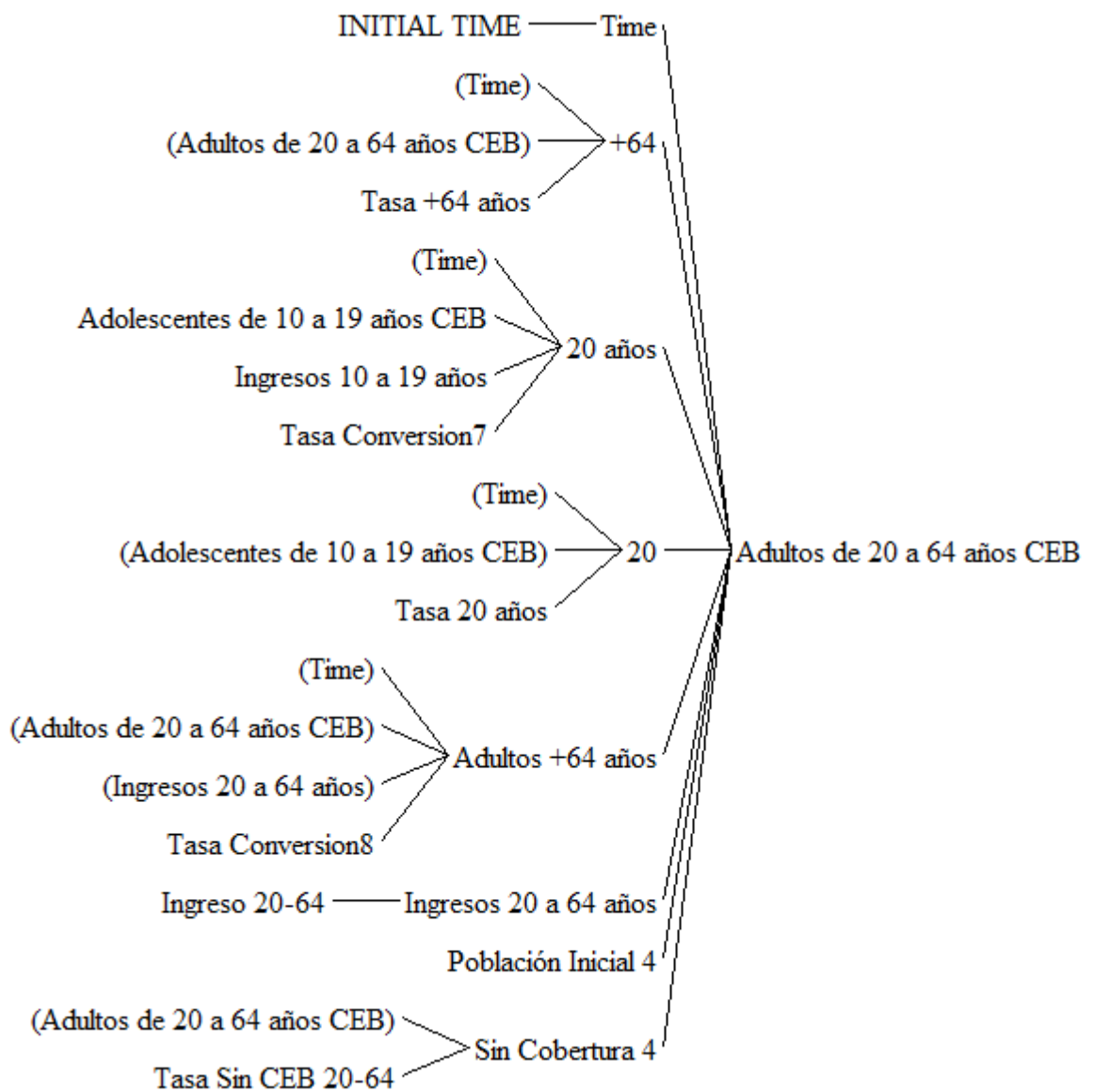
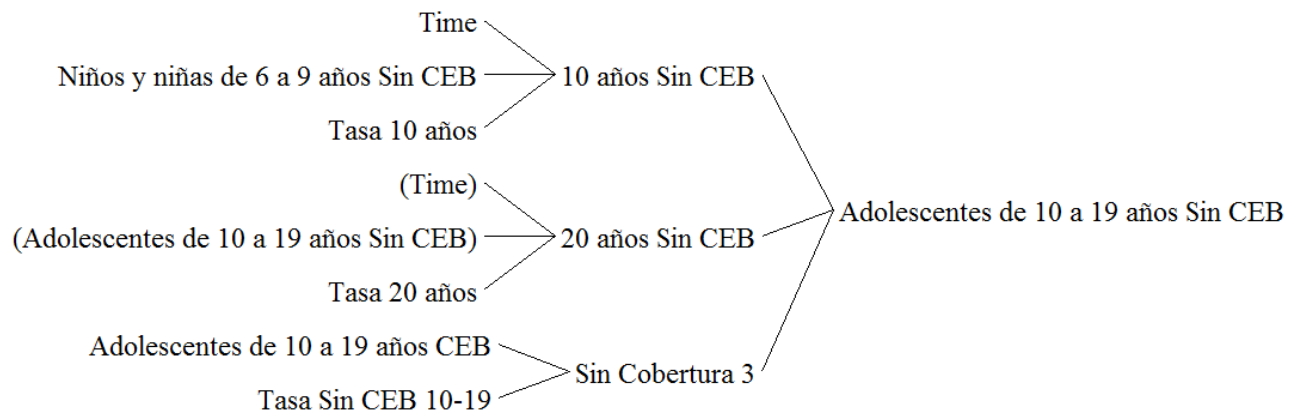
### 3.4 - Análisis Estructural

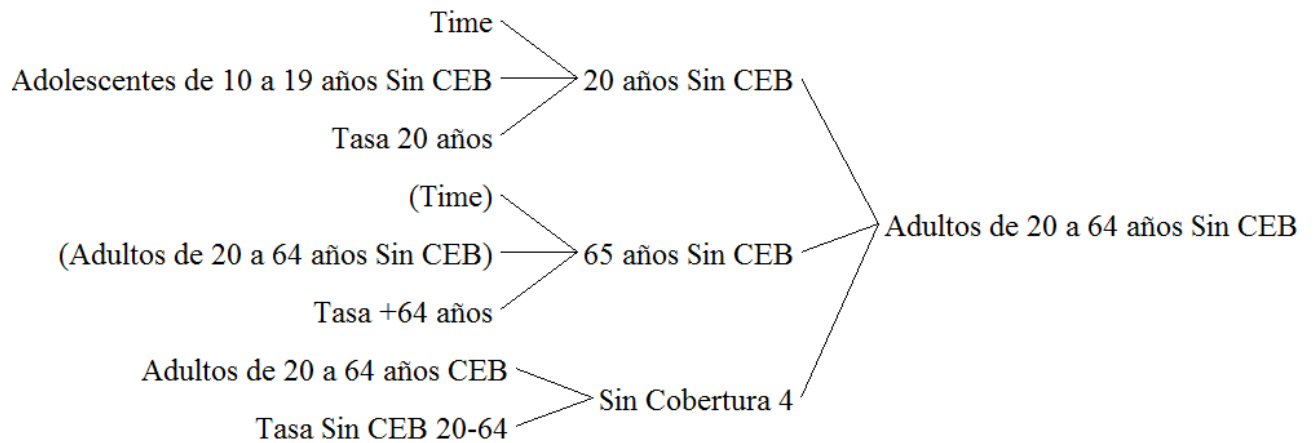
#### 3.4.1 - Diagrama de Árboles Causales





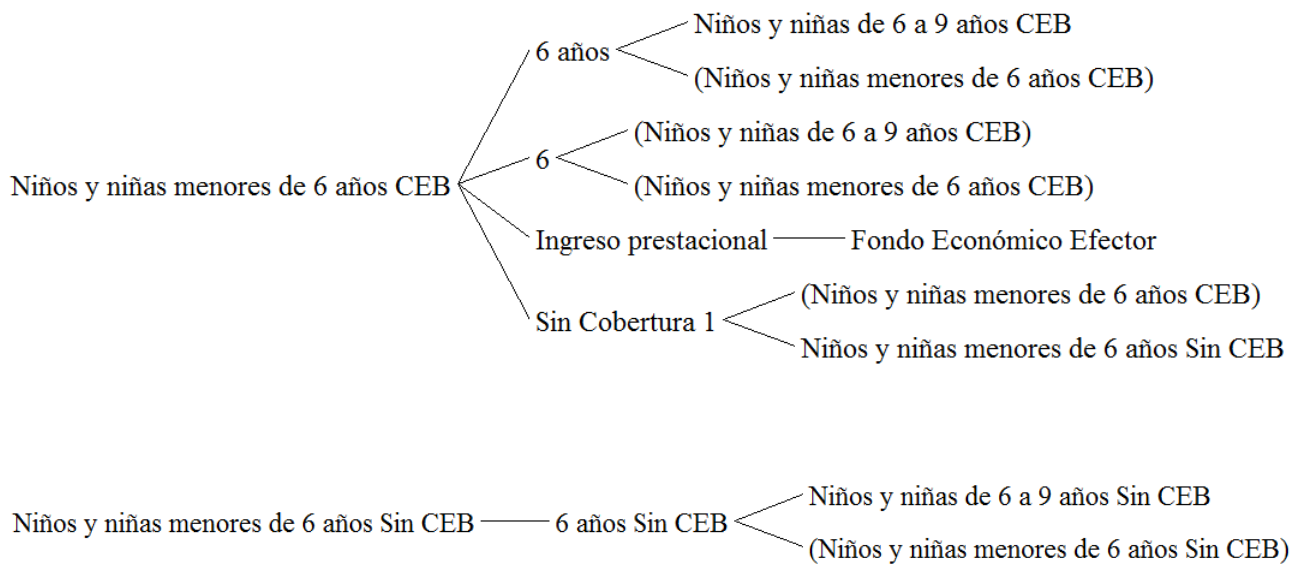


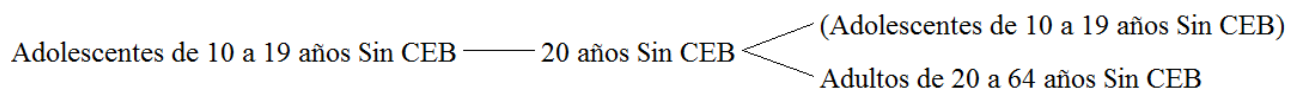
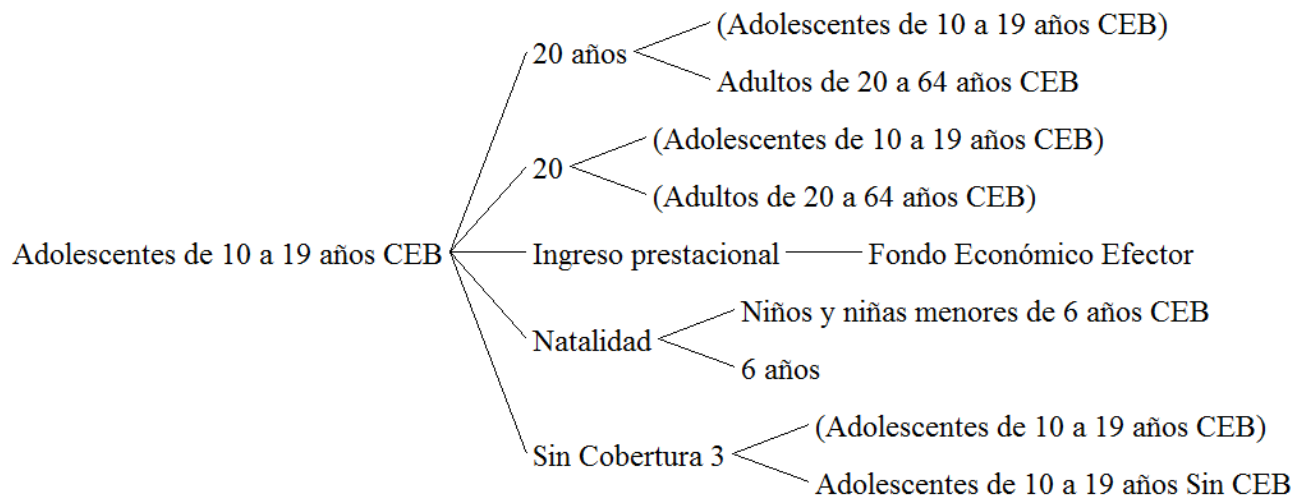
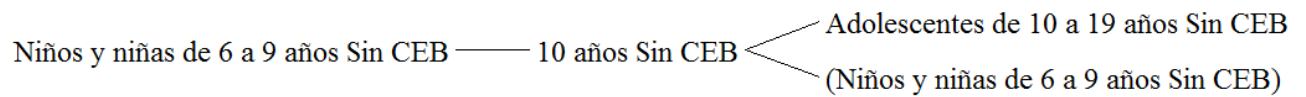
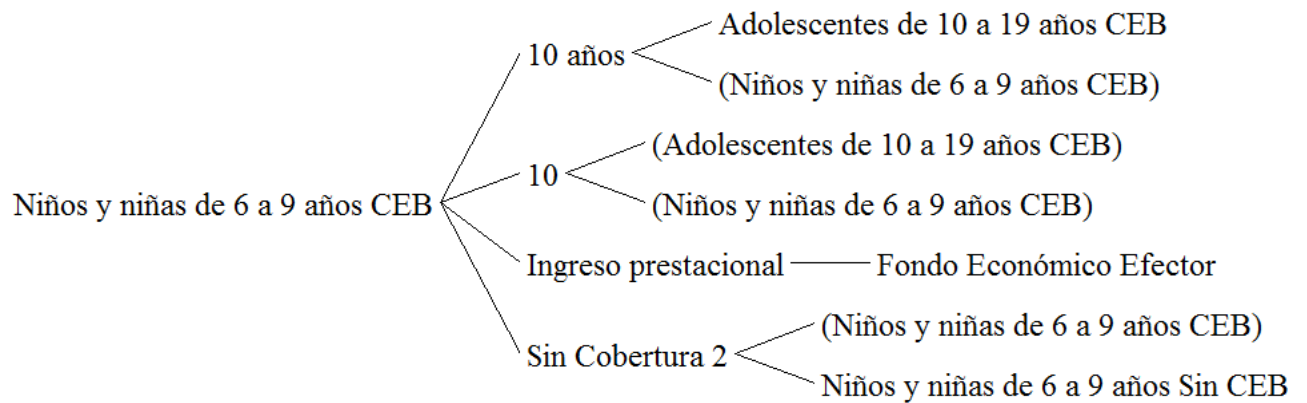




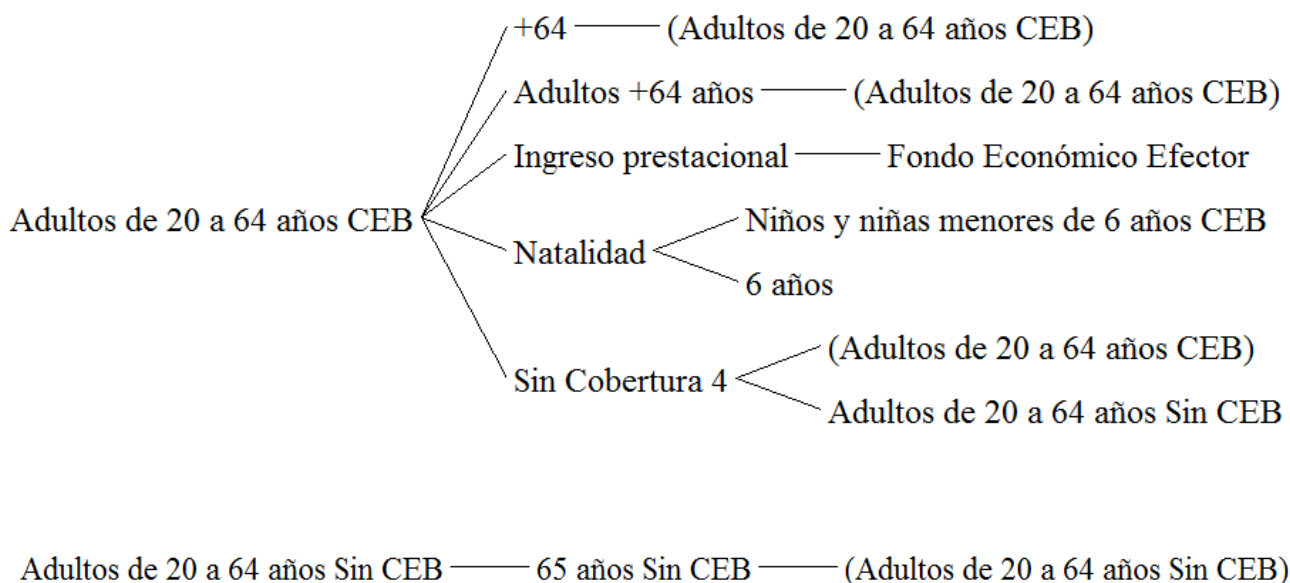
*Ilustración 21 Simulación - Árbol Causal. Fecha: Abril de 2015*

### 3.4.2- Diagrama de Árboles de Uso









*Ilustración 22 Simulación - Árbol de Uso. Fecha: Abril de 2015*

### **Inductores principales del modelo**

Las variables fundamentales del modelo son:

- Cantidad de Beneficiarios CEB en todos los grupos etarios, que afecta de manera significativa a los Beneficiarios Sin CEB
- Tasa Sin CEB en todos los grupos atareos, que aportan el elemento de control del pasaje de los Beneficiarios CEB a Sin CEB.
- Tasa de Inversión y Tasa Cap/Aud, que afectan a la Tasa Sin CEB en cada grupo etario.
- Tasa Prestacional, ésta influye al Fondo Económico de los Efectores.

### 3.4.3 - Reporte de código generado por Vensim

(01) "+64"=

IF THEN ELSE( Time > 1 , IF THEN ELSE( Adultos de 20 a 64 años CEB > 0 ,  
Adultos de 20 a 64 años CEB \* "Tasa +64 años" , 0 ) , 0 )

Units: persona/Year [0,?]

(02) "10 años Sin CEB"=

IF THEN ELSE( Time > 1 , IF THEN ELSE( Niños y niñas de 6 a 9 años Sin CEB  
> 0 , Niños y niñas de 6 a 9 años Sin CEB \* Tasa 10 años , 0 ) , 0 )

Units: persona/Year [0,?]

(03) "10 años"=

IF THEN ELSE( Time > 1 , IF THEN ELSE( Niños y niñas de 6 a 9 años CEB  
> 0 , DELAY1( Ingresos 6 a 9 años , RANDOM UNIFORM( 6 , 9 , 0)\*Tasa Conversion6  
) , 0 ) , 0 )

Units: persona/Year [0,?]

(04) "10"=

IF THEN ELSE( Time > 1 , IF THEN ELSE( Niños y niñas de 6 a 9 años CEB  
> 0 , Niños y niñas de 6 a 9 años CEB \* Tasa 10 años , 0 ) , 0 )

Units: persona/Year [0,?]

(05) "20 años Sin CEB"=

IF THEN ELSE( Time > 1 , IF THEN ELSE( Adolescentes de 10 a 19 años Sin CEB  
> 0 , Adolescentes de 10 a 19 años Sin CEB \* Tasa 20 años , 0 ) , 0 )

Units: persona/Year [0,?]

(06) "20 años"=

IF THEN ELSE( Time > 1 , IF THEN ELSE( Adolescentes de 10 a 19 años CEB  
> 0 , DELAY1( Ingresos 10 a 19 años , RANDOM UNIFORM  
( 10 , 19 , 0 ) \* Tasa Conversion7 ) , 0 ) , 0 )

Units: persona/Year [0,?]

(07) "20"=

IF THEN ELSE( Time > 1 , IF THEN ELSE( Adolescentes de 10 a 19 años CEB  
> 0 , Adolescentes de 10 a 19 años CEB \* Tasa 20 años , 0 ) , 0 )

Units: persona/Year [0,?]

(08) "6 años Sin CEB"=

IF THEN ELSE( Time > 1 , IF THEN ELSE( Niños y niñas menores de 6 años Sin CEB  
> 0 , Niños y niñas menores de 6 años Sin CEB  
\* Tasa 6 años , 0 ) , 0 )

Units: persona/Year [0,?]

(09) "6 años"=

IF THEN ELSE( Time > 1 , IF THEN ELSE( Niños y niñas menores de 6 años CEB > 0 , DELAY1( Natalidad , 6\*Tasa Conversion9 ) + DELAY1( Nuevos Beneficiarios , RANDOM UNIFORM( 1 , 6 , 0 ) \* Tasa Conversion9 ) , 0 ) , 0 )

Units: persona/Year

(10) "6"=

IF THEN ELSE( Time > 1 , IF THEN ELSE( Niños y niñas menores de 6 años CEB > 0 , Niños y niñas menores de 6 años CEB \* Tasa 6 años , 0 ) , 0 )

Units: persona/Year [0,?]

(11) "65 años Sin CEB"=

IF THEN ELSE( Time > 1 , IF THEN ELSE( Adultos de 20 a 64 años Sin CEB > 0 , Adultos de 20 a 64 años Sin CEB \* "Tasa +64 años" , 0 ) , 0 )

Units: persona/Year [0,?]

(12) Adolescentes de 10 a 19 años CEB= INTEG (

IF THEN ELSE( Time=0 , Población Inicial 3 + "10 años"+"10"+Ingresos 10 a 19 años -"20 años"- "20"-Sin Cobertura 3 , "10 años"+"10"+Ingresos 10 a 19 años -"20 años"- "20"-Sin Cobertura 3 ) ,  
0)

Units: persona [0,?]

(13) Adolescentes de 10 a 19 años Sin CEB= INTEG (

"10 años Sin CEB" + Sin Cobertura 3 - "20 años Sin CEB",  
0)

Units: persona [0,?]

(14) "Adultos +64 años"=

IF THEN ELSE( Time > 1 , IF THEN ELSE( Adultos de 20 a 64 años CEB > 0 , DELAY1( Ingresos 20 a 64 años , RANDOM UNIFORM ( 20, 64 , 0 ) \* Tasa Conversion8 ) , 0 ) , 0 )

Units: persona/Year [0,?]

mayores a 65 ya no es cubierto por el programa

(15) Adultos de 20 a 64 años CEB= INTEG (

IF THEN ELSE( Time=0 , Población Inicial 4 + "20 años"+"20"+Ingresos 20 a 64 años -"+64"- "Adultos +64 años"-Sin Cobertura 4 , "20 años"+"20"+Ingresos 20 a 64 años -"+64"- "Adultos +64 años"-Sin Cobertura 4 ) ,  
0)

Units: persona [0,?]

(16) Adultos de 20 a 64 años Sin CEB= INTEG (

"20 años Sin CEB"+Sin Cobertura 4 - "65 años Sin CEB",  
0)

Units: persona [0,?]

(17) "Capacitación/Auditoria"=

(Consultores\*( "Tasa Cap/Aud" + ("Tasa Cap/Aud" \* Inversión vs Capacitación) )) \* Tasa Conversion

Units: capacitacion/Year

- (18) Consultores= INTEG (   
 IF THEN ELSE(("Capacitación/Auditoria")\*Tasa Conversion4 <= (Consultores  
 \* 209), 0\*"Tasa Conversion4.1" , +1 ),  
 Contratos)  
 Units: persona [0,30,1]
- (19) Contratos=  
 9  
 Units: persona [0,30,1]
- (20) Costo Prestación=  
 29  
 Units: \$ [5,10000,1]
- (21) Crecimiento anual=  
 Tasa Población  
 Units: 1/Year [0,?]
- (22) FINAL TIME = 10  
 Units: Year  
 The final time for the simulation.
- (23) Fondo Económico Efector= INTEG (   
 Ingreso prestacional - Inversión,  
 0)  
 Units: \$ [0,?]
- (24) Fondos Invertidos= INTEG (   
 Inversión,  
 0)  
 Units: \$ [0,?]
- (25) "Ingreso 0-6"=  
 IF THEN ELSE( Población Sin Cobertura Médica > 0 , ( Población Sin Cobertura Médica  
 \* Tasa Ingresos 0 a 6 años ) , 0 )  
 Units: persona/Year [0,?]
- (26) "Ingreso 10-19"=  
 IF THEN ELSE( Población Sin Cobertura Médica > 0 , ( Población Sin Cobertura Médica  
 \* Tasa Ingresos 10 a 19 años ) , 0 )  
 Units: persona/Year [0,?]
- (27) "Ingreso 20-64"=  
 IF THEN ELSE( Población Sin Cobertura Médica > 0 , ( Población Sin Cobertura Médica  
 \* Tasa Ingresos 20 a 64 años ) , 0 )  
 Units: persona/Year [0,?]
- (28) "Ingreso 6-9"=  
 IF THEN ELSE( Población Sin Cobertura Médica > 0 , ( Población Sin Cobertura Médica  
 \* Tasa Ingresos 6 a 9 años ) , 0 )  
 Units: persona/Year [0,?]
- (29) Ingreso prestacional=  
 (( ( Niños y niñas menores de 6 años CEB + Niños y niñas de 6 a 9 años CEB  
 + Adolescentes de 10 a 19 años CEB + Adultos de 20 a 64 años CEB  
 ) \* Tasa prestacional ) \* Costo Prestación)\*Tasa Conversion5  
 Units: \$/Year [0,?]
- (30) Ingresos 10 a 19 años=  
 "Ingreso 10-19"  
 Units: persona/Year [0,?]
- (31) Ingresos 20 a 64 años=  
 "Ingreso 20-64"  
 Units: persona/Year [0,?]

- (32) Ingresos 6 a 9 años=  
 "Ingreso 6-9"  
 Units: persona/Year [0,?]
- (33) INITIAL TIME = 0  
 Units: Year  
 The initial time for the simulation.
- (34) Inversión=  
 IF THEN ELSE( Fondo Económico Efector > 0 , Fondo Económico Efector \* Tasa Inversión , 0 )  
 Units: \$/Year
- (35) Inversión vs Capacitación = WITH LOOKUP (   
 Inversión\*"Var. Conversión1",  
 ((0,0)-(5.7e+008,1)),(0,0),(1.5e+006,0),(4e+006,0.035),(9e+006,0.05),(1.4e+007,0.08),(3.8e+007,0.11),(5.8e+007,0.16),  
 (1e+008,0.22),(2.8e+008,0.26),(4e+008,0.32),(5.7e+008,0.4) )  
 Units: 1 [0,1]
- (36) Natalidad=  
 IF THEN ELSE( Time > 0 , IF THEN ELSE( Adolescentes de 10 a 19 años CEB > 0 , ( Adolescentes de 10 a 19 años CEB \* Tasa Adolescentes embarazadas ) , 0 ) + IF THEN ELSE(Adultos de 20 a 64 años CEB > 0 , ( Adultos de 20 a 64 años CEB \* Tasa Mujeres embarazadas ) , 0 ) , 0 )  
 Units: persona/Year [0,?]
- (37) Niños y niñas de 6 a 9 años CEB= INTEG (   
 IF THEN ELSE( Time=0 , Población Inicial 2 + "6 años"+"6"+Ingresos 6 a 9 años - "10 años"- "10"-Sin Cobertura 2 , "6 años"+"6"+Ingresos 6 a 9 años-"10 años" - "10"-Sin Cobertura 2 ) ,  
 0 )  
 Units: persona [0,?]
- (38) Niños y niñas de 6 a 9 años Sin CEB= INTEG (   
 "6 años Sin CEB" + Sin Cobertura 2 - "10 años Sin CEB" ,  
 0 )  
 Units: persona [0,?]
- (39) Niños y niñas menores de 6 años CEB= INTEG (   
 IF THEN ELSE( Time=0 , Población Inicial 1 + Natalidad + Nuevos Beneficiarios - "6 años" - "6" - Sin Cobertura 1 , Natalidad + Nuevos Beneficiarios - "6 años" - "6" - Sin Cobertura 1 ) ,  
 0 )  
 Units: persona [0,?]
- (40) Niños y niñas menores de 6 años Sin CEB= INTEG (   
 Sin Cobertura 1 - "6 años Sin CEB" ,  
 0 )  
 Units: persona [0,?]

- (41) Nuevos Beneficiarios=  
"Ingreso 0-6"  
Units: persona/Year [0,?]
- (42) Población Inicial 1=  
93919  
Units: persona/Year
- (43) Población Inicial 2=  
51814  
Units: persona/Year
- (44) Población Inicial 3=  
120069  
Units: persona/Year
- (45) Población Inicial 4=  
198938  
Units: persona/Year
- (46) Población Sin Cobertura Médica= INTEG (  
( Población Sin Cobertura Médica \* Crecimiento anual ) - "Ingreso 0-6"  
- "Ingreso 6-9" - "Ingreso 10-19" - "Ingreso 20-64",  
68348)  
Units: persona [0,?]
- (47) SAVEPER =  
TIME STEP  
Units: Year [0,?]  
The frequency with which output is stored.
- (48) Sin Cobertura 1=  
IF THEN ELSE( Niños y niñas menores de 6 años CEB > 0 , Niños y niñas menores de 6 años CEB  
\* "Tasa Sin CEB 0-5" , 0 )  
Units: persona/Year [0,?]
- (49) Sin Cobertura 2=  
IF THEN ELSE( Niños y niñas de 6 a 9 años CEB > 0 , Niños y niñas de 6 a 9 años CEB  
\* "Tasa Sin CEB 6-9" , 0 )  
Units: persona/Year [0,?]
- (50) Sin Cobertura 3=  
IF THEN ELSE( Adolescentes de 10 a 19 años CEB > 0 , Adolescentes de 10 a 19 años CEB  
\* "Tasa Sin CEB 10-19" , 0 )  
Units: persona/Year [0,?]
- (51) Sin Cobertura 4=  
IF THEN ELSE( Adultos de 20 a 64 años CEB > 0 , Adultos de 20 a 64 años CEB  
\* "Tasa Sin CEB 20-64" , 0 )  
Units: persona/Year [0,?]
- (52) "Tasa +64 años"=  
0.0227  
Units: 1/Year [0,1,0.01]
- (53) Tasa 10 años=  
0.333  
Units: 1/Year [0,1,0.01]
- (54) Tasa 20 años=  
0.111  
Units: 1/Year [0,1,0.01]
- (55) Tasa 6 años=  
0.2  
Units: 1/Year [0,1,0.01]

(56) Tasa Adolescentes embarazadas=  
0.015

Units: 1/Year [0,1,0.01]

(57) "Tasa C/A Ingreso" = WITH LOOKUP (

"Capacitación/Auditoria"\*"Var. Conversión2",

((0,0)-(10000,0.4)),(0,0),(1000,0.01),(1500,0.03),(1800,0.06),(2000,0.12),  
(2200,0.18),(3000,0.2),(5000,0.25),(7000,0.3) ))

Units: 1/Year [0,1]

(58) "Tasa C/A Sin CEB" = WITH LOOKUP (

"Capacitación/Auditoria"\*"Var. Conversión3",

((0,-0.6)-(7000,0.1)),(0,0),(1000,-0.09),(1500,-0.13),(1800,-0.18),(2000,-0.26),  
(2200,-0.3),(3000,-0.38),(3489.3,-0.42),  
(4000,-0.46),(5000,-0.5),(7000,-0.6) ))

Units: 1/Year [0,1]

(59) "Tasa Cap/Aud"=

170

Units: capacitacion/Year [0,200,1]

(67) Tasa Conversion9=

1

Units: Year [1,1]

(60) Tasa Conversion=

1

Units: 1/persona [1,1]

(68) Tasa Ingresos 0 a 6 años=

Tasa Ingresos 1 + "Tasa C/A Ingreso"

Units: 1/Year [0,1,0.01]

(61) Tasa Conversion4=

1

Units: (persona\*Year)/capacitacion [1,1]

(69) Tasa Ingresos 1=

0.0035

Units: 1/Year [0,1,0.01]

(62) "Tasa Conversion4.1"=

1

Units: persona/Year [1,1]

(70) Tasa Ingresos 10 a 19 años=

Tasa Ingresos 3 + "Tasa C/A Ingreso"

Units: 1/Year [0,1]

(63) Tasa Conversion5=

1

Units: 1/persona [1,1]

(71) Tasa Ingresos 2=

0.011

Units: 1/Year [0,1,0.01]

(64) Tasa Conversion6=

1

Units: Year [1,1]

(72) Tasa Ingresos 20 a 64 años=

Tasa Ingresos 4 + "Tasa C/A Ingreso"

Units: 1/Year [0,1]

(65) Tasa Conversion7=

1

Units: Year [1,1]

(73) Tasa Ingresos 3=

0.0002

Units: 1/Year [0,1,0.01]

(66) Tasa Conversion8=

1

Units: Year [1,1]

(74) Tasa Ingresos 4=

0.008

Units: 1/Year [0,1,0.01]



(76) Tasa Inversión= 0.65 Units: \$/\$/Year [0,1,0.01]	(84) "Tasa Sin CEB 20-64"= Tasa Sin CEB 4 + "Tasa C/A Sin CEB" Units: 1/Year [0,1]
(77) Tasa Mujeres embarazadas= 0.045 Units: 1/Year [0,1,0.01]	(85) Tasa Sin CEB 3= 0.6 Units: 1/Year [0,1,0.01]
(78) Tasa Población= 0.02 Units: 1/Year [0,1,0.01]	(86) Tasa Sin CEB 4= 0.62 Units: 1/Year [0,1,0.01]
(79) Tasa prestacional= 0.51 Units: 1/Year [0,1,0.01]	(87) "Tasa Sin CEB 6-9"= Tasa Sin CEB 2 + "Tasa C/A Sin CEB" Units: 1/Year [0,1]
(80) "Tasa Sin CEB 0-5"= Tasa Sin CEB 1 + "Tasa C/A Sin CEB" Units: 1/Year [0,1]	(88) TIME STEP = 1 Units: Year [0,?] The time step for the simulation.
(81) Tasa Sin CEB 1= 0.36 Units: 1/Year [0,1,0.01]	(89) "Var. Conversión1"= 1 Units: Year/\$ [1,1]
(82) "Tasa Sin CEB 10-19"= Tasa Sin CEB 3 + "Tasa C/A Sin CEB" Units: 1/Year [0,1]	(90) "Var. Conversión2"= 1 Units: Year/capacitacion [1,1]
(83) Tasa Sin CEB 2= 0.62 Units: 1/Year [0,1,0.01]	(91) "Var. Conversión3"= 1 Units: Year/capacitacion [1,1]

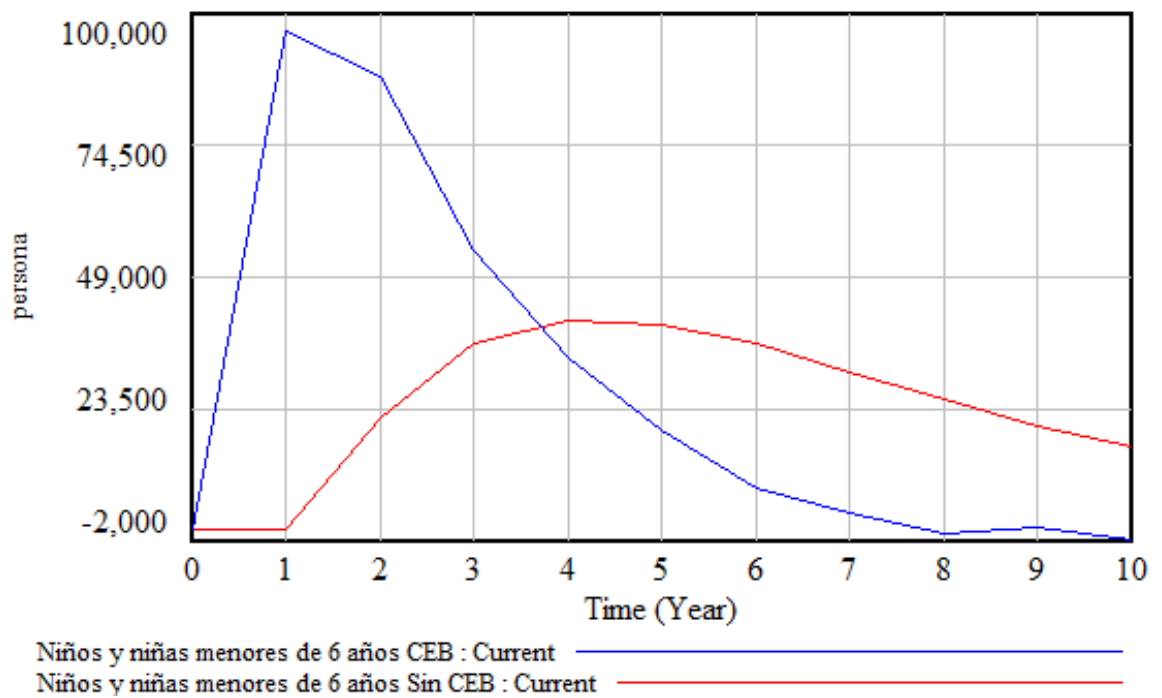
*Ilustración 23 Simulación - Reporte de código generado por Vensim. Fecha: Abril de 2015*



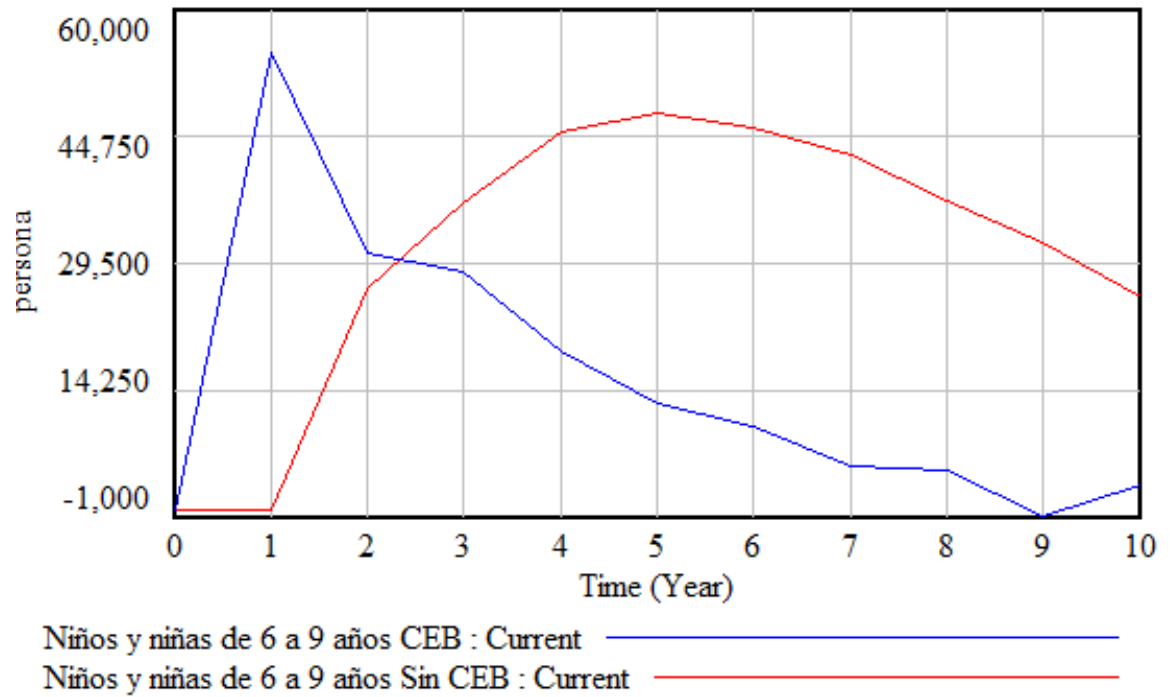
### 3.5 - Análisis de escenarios posibles

#### 3.5.1 - Interrogantes, Resultados y Análisis

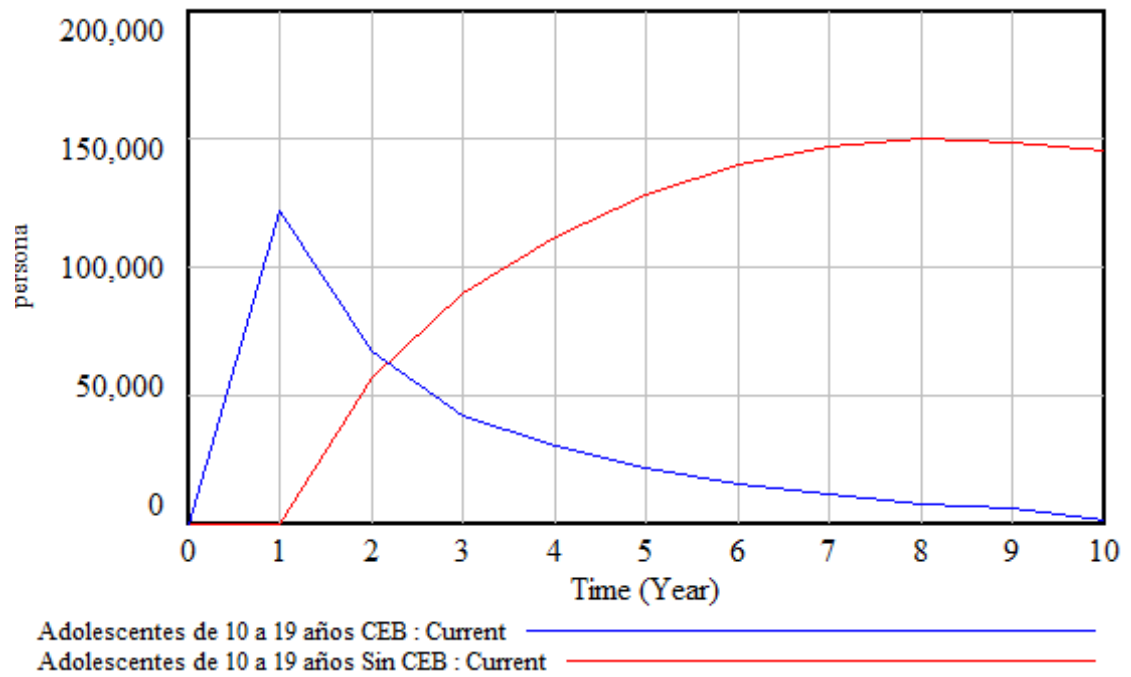
##### 3.5.1.1 - ¿Cuál es el estado de los beneficiarios con CEB, bajo las condiciones actuales, en los próximos 5 años?



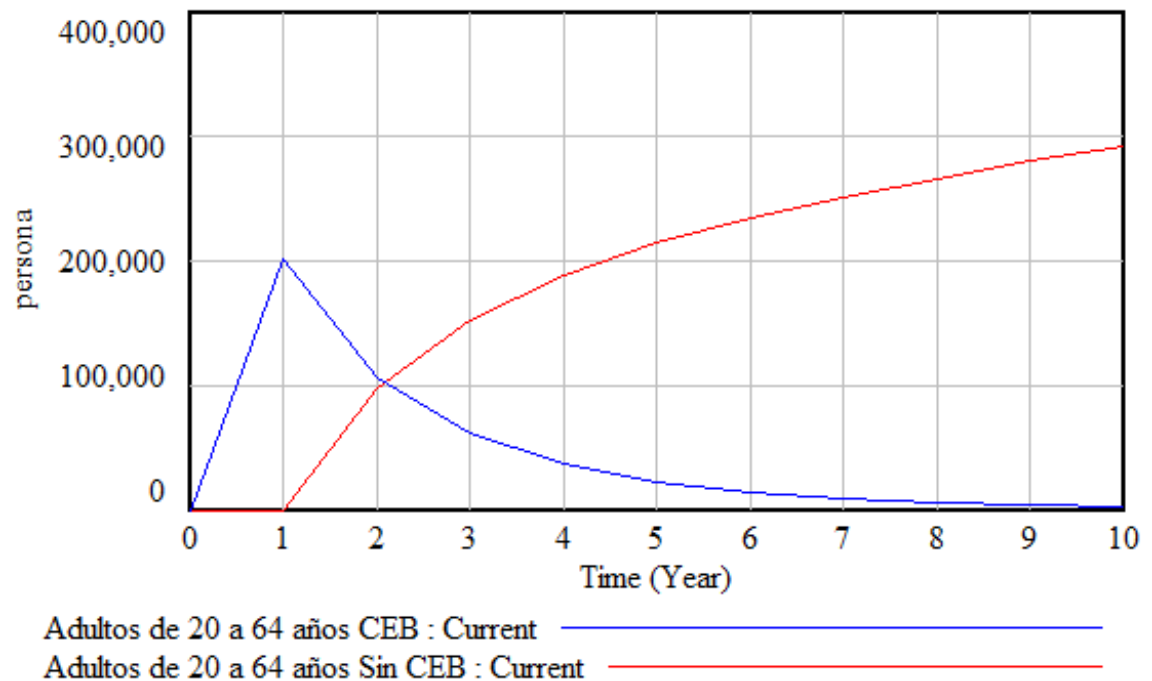
*Ilustración 24 Simulación 1 – Condiciones originales – Beneficiarios menores de 6 años con y sin CEB. Fecha: Abril de 2015*



*Ilustración 25 Simulación 1 – Condiciones originales – Beneficiarios 6 - 9 años con y sin CEB.  
Fecha: Abril de 2015*



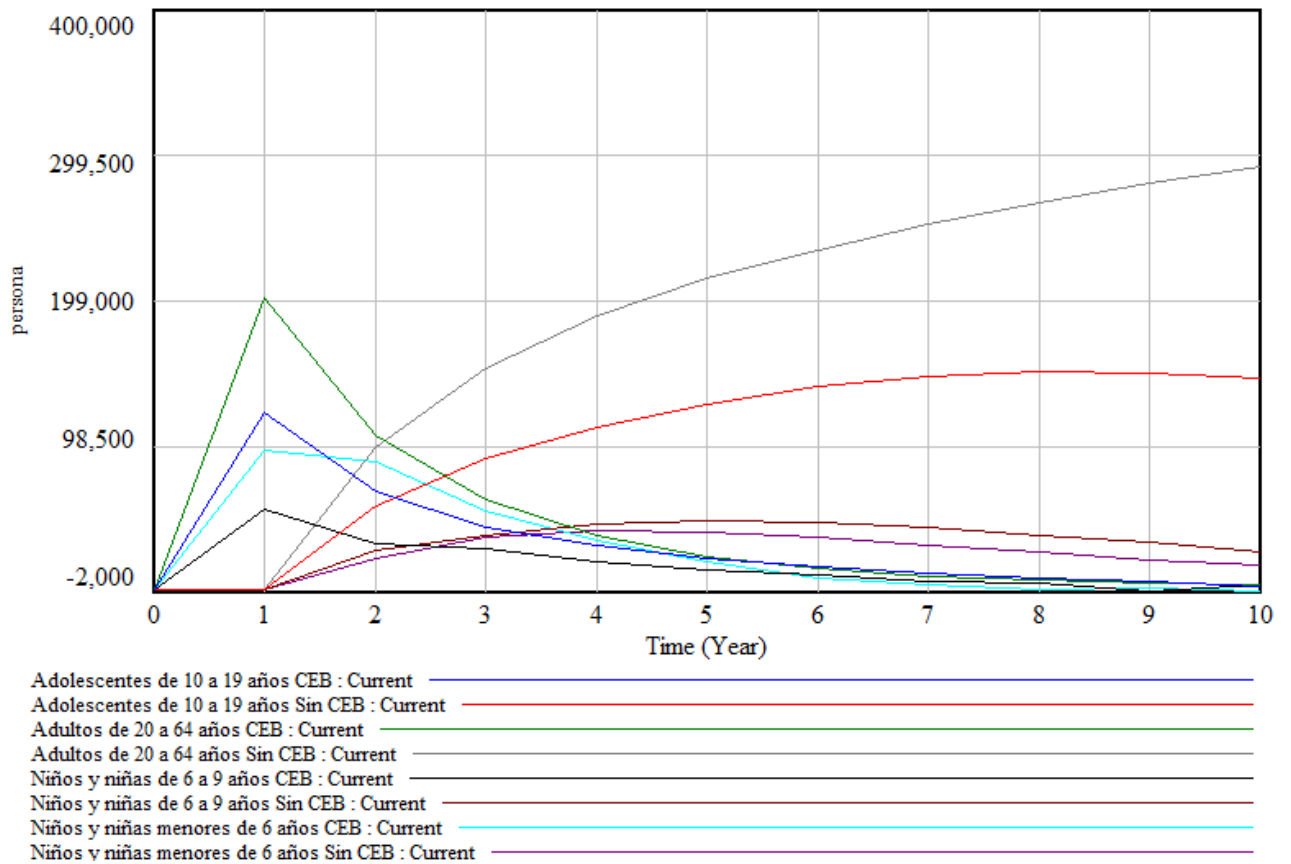
*Ilustración 26 Simulación 1 – Condiciones originales – Beneficiarios 10 – 19 años con y sin CEB.  
Fecha: Abril de 2015*



*Ilustración 27 Simulación 1 – Condiciones originales – Beneficiarios 20 - 64 años con y sin CEB.*

*Fecha: Abril de 2015*

Se visualiza en los Beneficiarios con Cobertura Efectiva Básica (Beneficiarios con al menos una prestación medica anual), una importante disminución desde el segundo año, tendiendo a ser nula, desde el séptimo en adelante para los diferentes grupos etarios. Por el contrario, hay un aumento en los Beneficiarios Sin Cobertura Efectiva Básica.



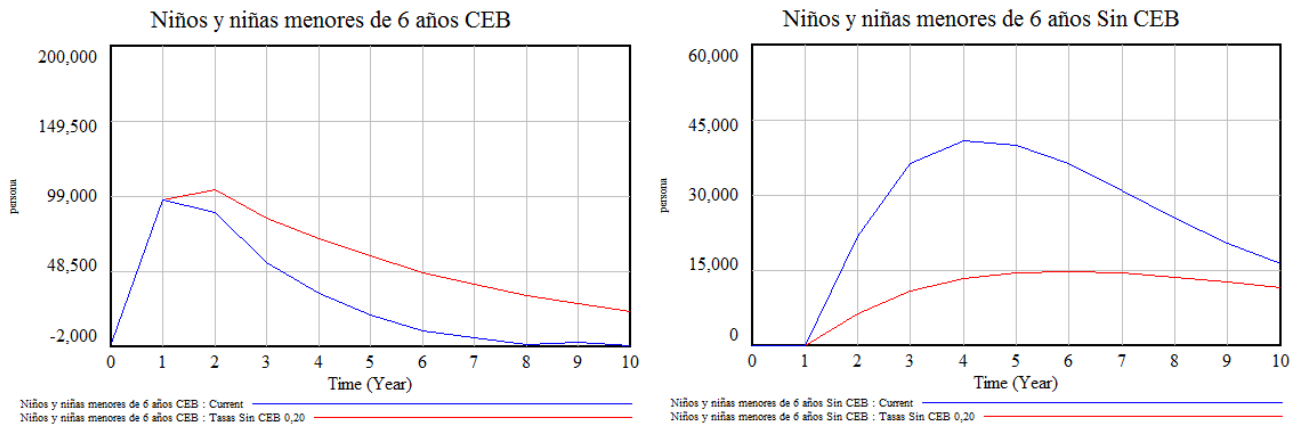
*Ilustración 28 Simulación 1 – Condiciones originales – Beneficiarios con / sin CEB.*

*Fecha: Abril de 2015*

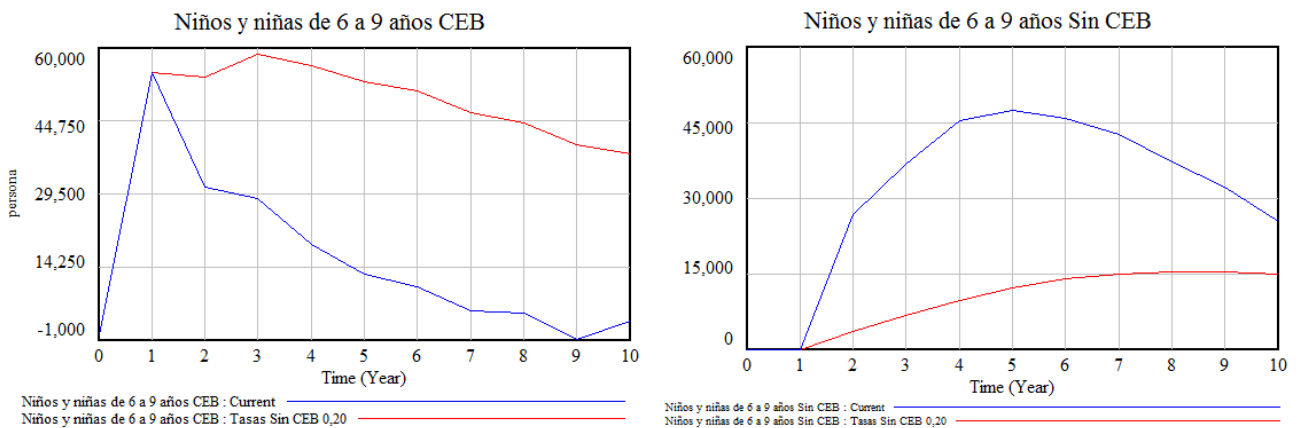
### 3.5.1.2 - ¿Qué impacto representa la disminución de la Tasa de Beneficiarios SIN Cobertura Efectiva Básica, en cada grupo etario?

Se reduce la Tasa Sin CEB 1, 2, 3 y 4 a un valor del 0,2.

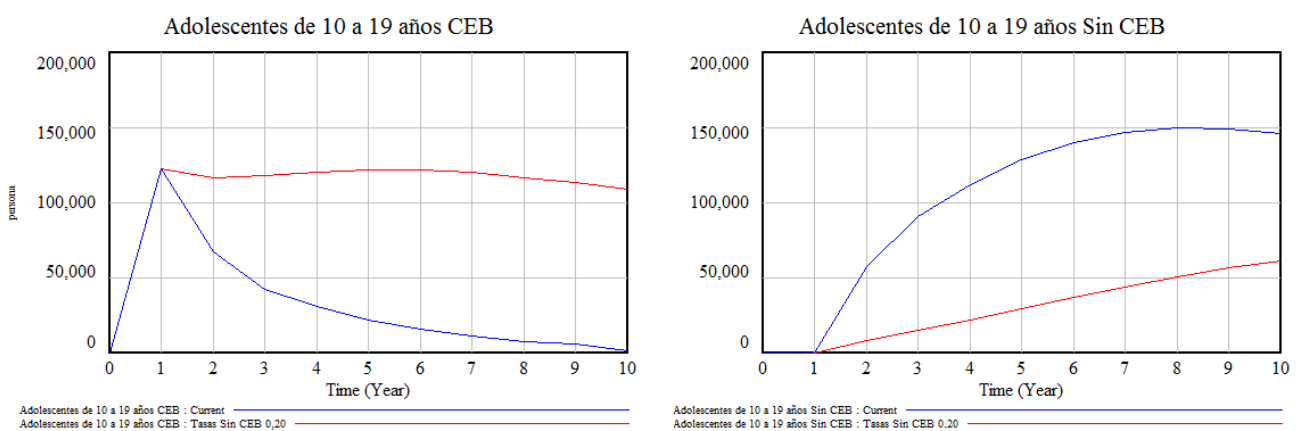
Esta variable, influye sensiblemente sobre los Beneficiarios que dejan el estado Beneficiarios Con cobertura, para ser Beneficiarios Sin cobertura.



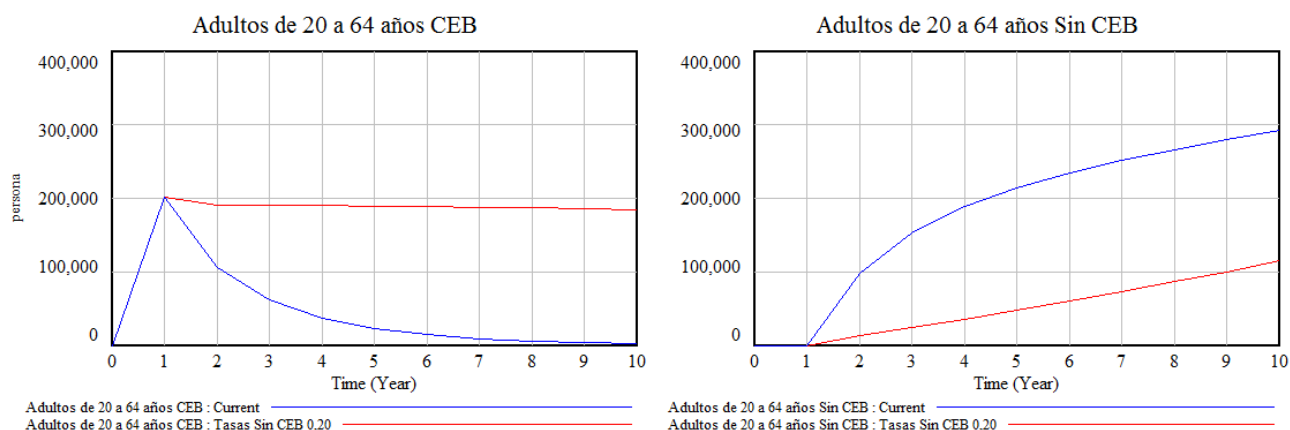
*Ilustración 29 Simulación 2 - Tasa Sin CEB 20% - Beneficiarios menores de 6 años con y sin CEB. Fecha: Abril de 2015*



*Ilustración 30 Simulación 2 – Tasa Sin CEB 20% – Beneficiarios 6 - 9 años con y sin CEB. Fecha: Abril de 2015*



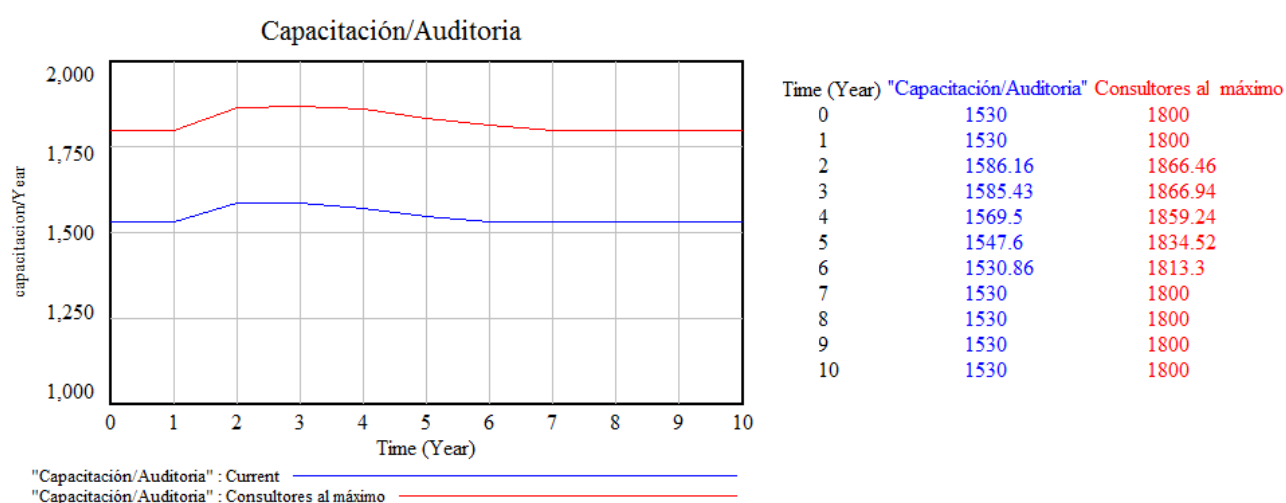
*Ilustración 31 Simulación 2 – Tasa Sin CEB 20% – Beneficiarios 10 – 19 años con y sin CEB. Fecha: Abril de 2015*



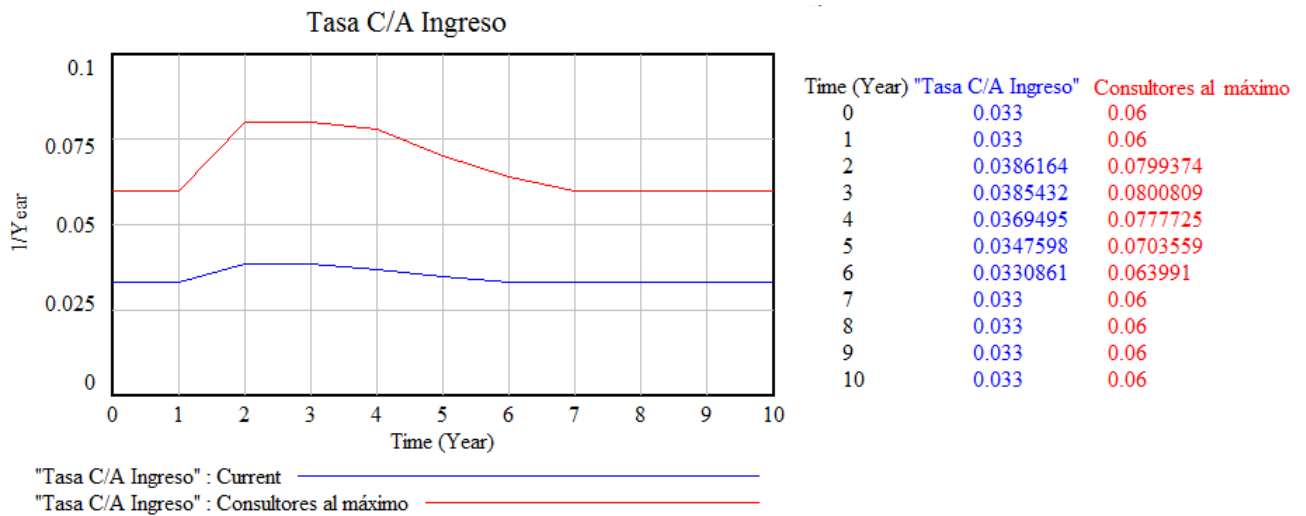
*Ilustración 32 Simulación 2 – Tasa Sin CEB 20% - Beneficiarios 20-64 años con y sin CEB. Fecha: Abril de 2015*

Con la disminución de la Tasa Sin CEB al 0,2 (20%) en cada grupo etario, se observa un significativo aumento en la cobertura de los beneficiarios, disminuyendo así los beneficiarios Sin cobertura. Esto permite una continua inversión en salud pública, mejorando resultados sanitarios y calidad de atención.

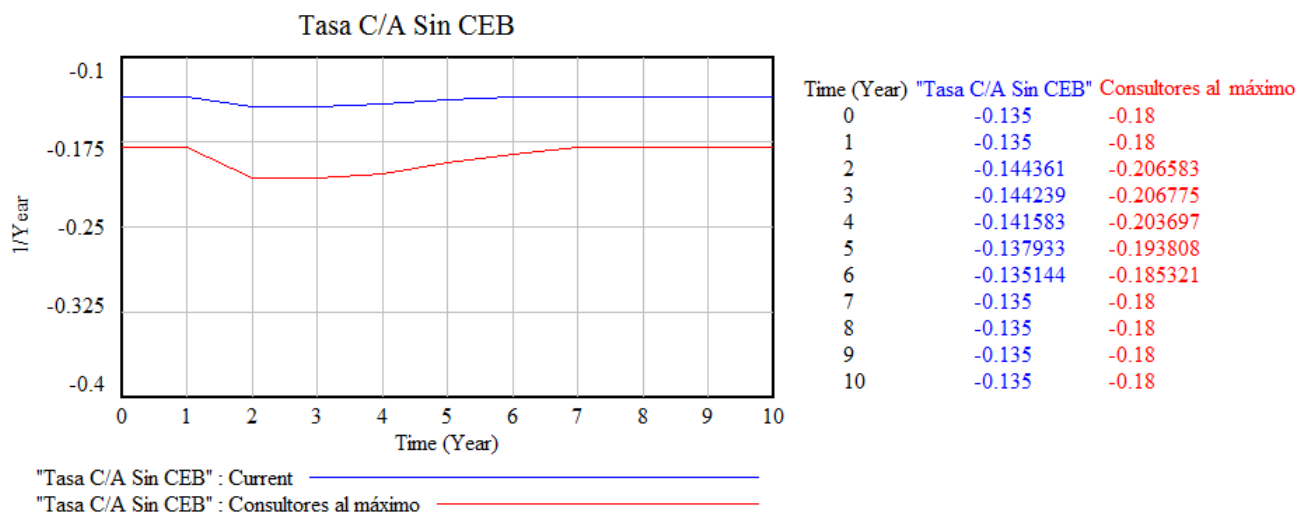
### 3.5.1.3 - Consultores del Ministerio de Salud, de aumentar su producción en su máximo nivel ¿Cómo influye?



*Ilustración 33 Simulación 3 – Consultores – Capacitación y Auditoria. Fecha: Abril de 2015*



*Ilustración 34 Simulación 3 – Tasa Capacitación y Auditoria en Ingresos. Fecha: Abril de 2015*



*Ilustración 35 Simulación 3 – Tasa Capacitación y Auditoria en Sin CEB. Fecha: Abril de 2015*

El Ministerio de Salud provincial tiene actualmente nueve Consultores profesionales en el Área de Capacitación y Auditoria. Cada uno realiza aproximadamente 170 visitas mensuales a efectores. Si se aumenta el nivel de visitas a 200 mensuales (siendo su máxima capacidad) se observan los siguientes resultados simulados:

- a- Aumento en la Tasa Ingresos en todos los grupos etarios en un orden del 0,027.
- b- Disminución en la Tasa Sin CEB en cada grupo etario en un orden del 0,045.

#### **4 - Conclusiones y Resultados**

En función a lo expuesto durante este proyecto y tal como se plantea en la hipótesis, desarrollar un modelo de simulación de dinámica de sistemas permite disponer de una herramienta informática, cuyos reportes generados brindan información efectiva y accesible mediante telefonía celular.

El uso de modelos de simulación posibilita también cumplir con los objetivos planteados al inicio de éste trabajo, permitiendo determinar la red de interrelaciones entre los componentes del modelo, visualizando los bucles de relaciones causales originados por las mutuas influencias de las variables y se brinda una visión del comportamiento del sistema en el mediano y largo plazo.

La propuesta desarrollada aquí para la transferencia de reportes, desde la computadora en donde corre la simulación, a telefonía móvil, se realiza mediante Awesome Drop (File Sync), esta es gratuita y no requiere estar conectados ambos equipos a la misma red. Esta aplicación funciona en Smartphon (teléfono inteligente) con tecnología Android, los cuales experimentan una gran penetración y explosivo crecimiento.

Para esta elección y con el fin de obtener una eficaz recepción de información se analizaron las diferentes las redes, con sus avances y mejoras en los estándares, concluyendo la necesidad de contar con una conexión 4G o Wi-Fi.

Se puede afirmar que el empleo de una metodología como la aquí expuesta, tendrá un impacto positivo en los niveles de confiabilidad al analizar el estado actual de la cobertura médica poblacional, maximizando su disponibilidad y permitiendo una eficiente toma de decisiones.



## Bibliografía

- Chávez Fabiola Analy, Andrea Nohemí Ponciano, Bremely Rosibel, Gonzales Posada y Josué Eduardo Vásquez Montejó. Dispositivos Móviles y sus Sistemas Operativos. (Agosto 2014) <https://aprendiendotecnologiaadmonb.wordpress.com/dispositivos-moviles-y-sus-sistemas-operativos/>
- CNC (Comisión Nacional de Comunicaciones), en su Informe “Estadísticas e Indicadores de Telecomunicaciones Argentina Serie 2008 – 2012”
- FESP (Fundaciones esenciales y Programas de Salud Pública). <http://www.msal.gov.ar/fesp/index.php>
- FISHWICK, Paul. "Simulation Model Design and Execution: Building Digital Worlds". (Estados Unidos, 1995).
- Fullana Belda, Carmen (Doctora en Ciencias Económicas y Empresariales) y Elena Urquía Grande (Doctora en Administración de Empresas). Los Modelos de Simulación: Una herramienta multidisciplinar de investigación. (Enero 2009)
- Kioskea. EDGE (Tasas de datos mejoradas para la evolución de GSM) (Junio 2014) [www.es.kioskea.net](http://www.es.kioskea.net)
- Kioskea. Estándar GSM (Sistema global de comunicaciones móviles) (Junio 2014) [www.es.kioskea.net](http://www.es.kioskea.net)
- Kioskea. Introducción a Wi-Fi (802.11 o WiFi) (Junio 2014) <http://es.ccm.net/contents/789-introduccion-a-wi-fi-802-11-o-wifi>
- Kioskea. Telefonía móvil (Junio 2014) [www.es.kioskea.net](http://www.es.kioskea.net)
- NorfiPC. Características de los estándares más usados en las redes móviles. (Enero, 2015) <https://norfipc.com/celulares/redes-transmision-datos-usadas-telefonos-celulares.php>
- NorfiPC. Las redes de transmisión de datos usadas en los teléfonos celulares. (Enero, 2015) <https://norfipc.com/celulares/redes-transmision-datos-usadas-telefonos-celulares.php>
- OMS (Organización Mundial de la Salud). Atención primaria de salud (Buenos Aires, 2015) [http://www.who.int/topics/primary\\_health\\_care/es](http://www.who.int/topics/primary_health_care/es)
- PICHON-RIVIERE Andrés y otros. Curso Introducción a la Gestión y Evaluación de Servicios de Salud. Programa Sumar - Ministerio de Salud e Instituto de Efectividad Clínica y Sanitaria (Buenos Aires, 2013) Pág. 4-5 y 7
- Programa Nacional de Prevención de Cáncer Cervico-Uterino <http://www.msal.gov.ar/cancer-cervico-uterino/>
- Programa Remediar <http://www.remediar.msal.gov.ar/>
- Programa SUMAR <https://www.msal.gov.ar/sumar/>

- RUBINSTEIN, Adolfo. Atención Primaria y Servicios de Salud (Buenos Aires, 2011). Pág. 2-3
- SHANNON, Robert E. “Simulación de sistemas: Diseño, Desarrollo e Implantación”. BERNAL, Fernando Aldrete (Editor Trilla, México 1988).
- SPRINGER, C. H., HERLIHY, R. E. y BEGGS, R. I. Advanced Methods and Models (Editorial: Richard D.Irwin, Inc, Illinois, 1965)
- Thomas H. Naylor. Modelos de Simulación en Planificación Corporativa (Nueva York, 1979)
- Tutoriales de Aplicaciones para Android. <http://android.scenebeta.com/tutorial/tutorial-uso-awesome-drop-file-sync> (Septiembre, 2010)
- VARGAS, Jhonathan M., GIRALDO, Jaime A. Modelo de Predicción de Costos en Servicios de Salud Soportado en Simulación Discreta. Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales. (Colombia, 2014)
- VENSIM <http://vensim.com/>
- Ventana Systems UK – Forum.  
<http://www.ventanasystems.co.uk/forum/viewtopic.php?f=2&t=5899&p=20783&hilit=exportar#p20783>
- WILLIAMS Edwards J. "Selection of a Simulation-Service Vendor" (Industrial Engineerin November, 1993).  
[http://www.mobilephonehistory.co.uk/orbitel/orbitel\\_900.php](http://www.mobilephonehistory.co.uk/orbitel/orbitel_900.php)  
<http://www.lanacion.com.ar/1568201-el-telefono-celular-cumple-40-anos-habla-su-creador> (Abril, 2013)

## Tabla de ilustraciones

Ilustración 1 Tabla Comparativa de VENSIM Configuraciones. <a href="http://vensim.com/">http://vensim.com/</a> .....	22
Ilustración 2 Primer teléfono GSM del mundo y en recibir un mensaje de texto .....	25
Ilustración 3 Martin Cooper (Ingeniero electrónico e inventor estadounidense, considerado el padre del teléfono móvil) con el primer teléfono móvil de la historia .....	28
Ilustración 4 Resumen Generación de la telefonía móvil.....	33
Ilustración 5 Rango y flujo de datos .....	35
Ilustración 6 Capas del Sistema Operativo Móvil .....	37
Ilustración 7 Terminales por categorías .....	41
Ilustración 8 Sistemas Operativos móviles.....	42
Ilustración 9 Aplicación Awesome Drop en el dispositivo Android.....	43
Ilustración 10 Imagen en PC de los dígitos de acceso. <a href="http://labs.dashwire.com/drop">http://labs.dashwire.com/drop</a> .....	44
Ilustración 11 Captura de la ventana de transferencia de datos.....	44
Ilustración 12 Antecedentes: Tabla 1. Componentes de entrada/salida del modelo de decisión en costo.....	49
Ilustración 13 Antecedentes: Fig. 1. Diagrama del modelo de soporte a decisiones en costo .....	51
Ilustración 14 Antecedentes: Fig. 2. Representación gráfica del modelo de simulación .....	52
Ilustración 15 Antecedentes: Tabla 2. Datos proyectados de los servicios prestados en salud a 2013 por el régimen contributivo en Colombia, elaboración propia basados en Camacho Rojas (2011)...	53
Ilustración 16 Antecedentes: Tabla 3. Costos unitarios por servicio de Salud proyectados a 2013. Elaboración propia basada en datos de la Superintendencia Nacional de Salud (2010) .....	53
Ilustración 17 Antecedentes: Tabla 4. Escenarios de simulación.....	54
Ilustración 18 Antecedentes: Tabla 5. Predicción de costos totales .....	55
Ilustración 19 Simulación - Diagrama Causal .....	69
Ilustración 20 Simulación - Diagrama de Flujo.....	74
Ilustración 21 Simulación - Árbol Causal .....	79
Ilustración 22 Simulación - Árbol de Uso .....	81
Ilustración 23 Simulación - Reporte de código generado por Vensim.....	88
Ilustración 24 Simulación 1-Condiciones originales-Beneficiarios menores de 6 años con y sin CEB89	
Ilustración 25 Simulación 1-Condiciones originales-Beneficiarios 6 - 9 años con y sin CEB .....	90
Ilustración 26 Simulación 1-Condiciones originales-Beneficiarios 10-19 años con y sin CEB .....	90
Ilustración 27 Simulación 1-Condiciones originales-Beneficiarios 20-64 años con y sin CEB .....	91
Ilustración 28 Simulación 1-Condiciones originales-Beneficiarios con/sin CEB .....	92
Ilustración 29 Simulación 2-Tasa Sin CEB 20%-Beneficiarios menores de 6 años con y sin CEB ..	93

Ilustración 30 Simulación 2–Tasa Sin CEB 20%–Beneficiarios 6-9 años con y sin CEB.....	93
Ilustración 31 Simulación 2 – Tasa Sin CEB 20%–Beneficiarios 10-19 años con y sin CEB.....	93
Ilustración 32 Simulación 2 – Tasa Sin CEB 20%-Beneficiarios 20-64 años con y sin CEB .....	94
Ilustración 33 Simulación 3 – Consultores – Capacitación y Auditoria.....	94
Ilustración 34 Simulación 3 – Tasa Capacitación y Auditoria en Ingresos.....	95
Ilustración 35 Simulación 3 – Tasa Capacitación y Auditoria en Sin CEB .....	95

## Anexo

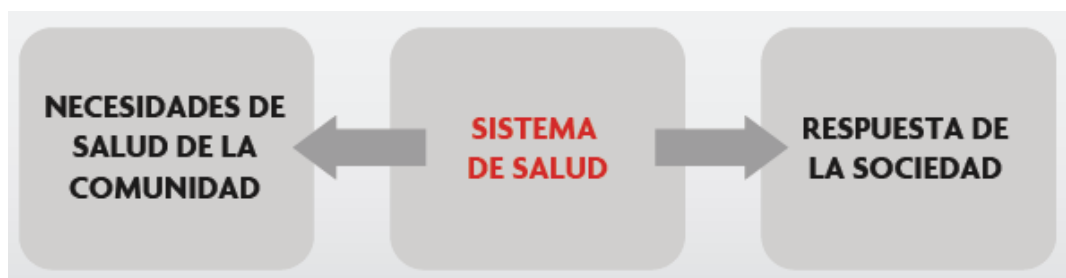
### Sistema de Salud

#### ¿Qué es un Sistema de Salud?

Un sistema de salud es el conjunto de sectores, subsectores y organizaciones que tienen como objetivo mantener y mejorar la salud de la población.

En forma amplia, comprende todos los recursos que un país o comunidad dedica a la promoción, recuperación de la salud, prevención y tratamiento de la enfermedad e incluye a todas las organizaciones sanitarias.

El sistema de salud interacciona con las necesidades de salud de la comunidad y representa la respuesta de la sociedad a esas necesidades en forma de políticas de salud, organización de servicios de atención de salud y financiamiento de estos servicios.



*Ilustración Sistema de Salud*

*Fuente: Curso Introducción a la Gestión y Evaluación de Servicios de Salud. Capítulo N°1*

*Pag. 4. Fecha: Febrero de 2013*

Un sistema de Salud debe garantizar que cualquier paciente tenga la posibilidad de recibir un servicio adecuado en el momento y lugar adecuado, y por el prestador adecuado.

Varias iniciativas de la Organización Mundial de la Salud han enfatizado la importancia de ciertos valores que deben enmarcar el funcionamiento adecuado de los sistemas de Salud. Estos son la Calidad, Equidad, Relevancia y la Eficiencia.

**Calidad:** La calidad de la atención puede verse tanto desde la perspectiva clínica (“cómo la atención prestada por un médico o grupo de médicos afecta la salud de sus pacientes”) como desde la perspectiva poblacional (“cómo los sistemas de salud afectan la salud de las poblaciones y reducen las disparidades entre subgrupos poblacionales”). Los indicadores clínicos de Calidad engloban los cuatro componentes referentes a la adecuación de los recursos, entrega de servicios, desempeños clínicos y resultados. Por otro lado, una variedad de recursos son necesarios para entregar servicios de alta calidad por parte de los Sistemas de salud: personal adecuadamente calificado y entrenado, buena infraestructura de servicios, financiamiento suficiente para los servicios de atención primaria, acceso adecuado de la población a esos servicios, desarrollo de sistemas de información y mecanismos efectivos de regulación y rectoría por parte del Estado.

**Equidad:** Todo individuo merece la misma oportunidad de acceder a los servicios de salud necesarios. Desde la perspectiva de las ciencias sociales, la salud es considerada un “bien meritorio”. La equidad puede ser horizontal cuando los individuos con iguales necesidades reciben igual atención o vertical cuando los individuos con mayores necesidades reciben también más atención.

**Relevancia:** Implica que los servicios cubiertos, fundamentalmente por el Estado, son consistentes con las prioridades sanitarias de un país. Estas prioridades guardan relación con la carga de enfermedad que representan las diferentes patologías en función de la incidencia, prevalencia, severidad y discapacidad así como la existencia de un tratamiento efectivo y sustentable financieramente.

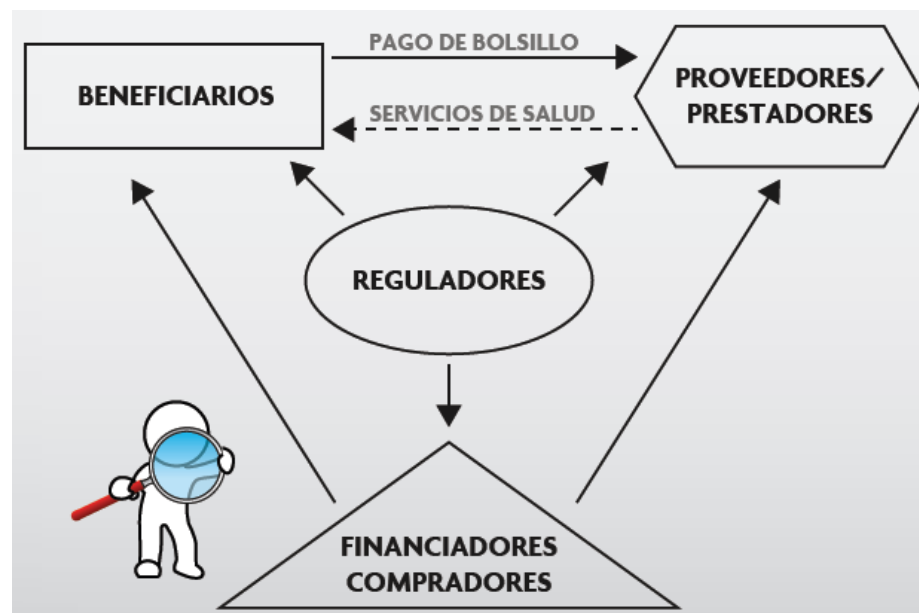
**Eficiencia:** Todos los valores desarrollados arriba, necesitan ser considerados en el contexto del costo-efectividad de las intervenciones. Una intervención eficiente es cuando se alcanzan los resultados deseados con el menor uso de recurso. (Rubinstein, Adolfo. Atención Primaria y Servicios de Salud. Pág. 2-3)

### **Actores del Sistema de Salud**

Actores del Sistema de Salud:

- **Beneficiario:** Paciente o usuario. Su objetivo principal es obtener prestaciones de la mejor calidad posible que le permita mantener la salud, prevenir y tratar la enfermedad.
- **Prestador:** Profesional individual y organización proveedora de servicios de salud.

- **Financiador:** Quien paga los servicios prestados por el prestador y utiliza el usuario. El objetivo principal del financiador es lograr que se ejecute la mayor cantidad de prestaciones al menor costo posible. El financiador es el Ministerio, Seguro Público y Privado y la Seguridad Social.
- **Regulador:** Es quien regula la actividad (Gobierno, Ministerios)
- **Proveedor:** Es la organización proveedora de insumos, equipamiento, medicamentos.



*Ilustración Actores en un Sistema de Salud*

*Fuente: Curso Introducción a la Gestión y Evaluación de Servicios de Salud. Capítulo N°1  
Pág. 5. Fecha: Febrero de 2013*

### **Función del Sistema de Salud**

**Modulación:** Deber propio del Estado de crear un escenario donde se pueda desarrollar eficazmente las acciones de prevención, atención de la enfermedad, promoción y rehabilitación de la salud.

Para cumplir con esta función el Estado:

- Fija políticas sanitarias (prioridades).
- Establece prestaciones que deben brindarse, con que financiamiento y a quienes.
- Evalúa periódicamente el desempeño (Indicadores de salud).
- Coordina, consensua y regula los demás subsectores (Seguridad Social, Medicina Privada).

- Regula el Sector.
- Ejecuta la función esencial de Salud Pública (Análisis de la situación de salud, vigilancia, acceso equitativo, recursos humanos en salud, investigación, etc.)

Dentro del rol de modulación se establecen reglas y regulaciones al sector de la salud, el marco normativo y la regulación técnica. También, se establecen normas básicas de atención de la salud y normas de calidad de los servicios de salud y otros actores que afectan la salud pública. La fiscalización de los actores y las prestaciones que están incluidas en este rol.

Financiamiento: Es la recaudación y distribución de los recursos que permiten el funcionamiento adecuado del sistema (quién paga, cómo se recauda el dinero, cómo se distribuye).

Para cumplir con esta función, el Estado:

- Financia las actividades de Salud Pública.
- Garantiza el acceso a los servicios de salud.
- Garantiza diversas modalidades de financiamiento (impuestos, aportes de la seguridad social, aportes privados) que se complementan, para que los habitantes puedan acceder a servicios de salud equitativos y de calidad.

Provisión de servicios: Implica la coordinación de la provisión de los servicios de salud. El Estado además provee servicios de salud en aquellos lugares donde no existe estímulo para el desarrollo del mercado a fines de garantizar la accesibilidad.